

Nombre completo del Proyecto:

Desarrollo y valoración de recursos genéticos de *Lycopersicon* spp. para su utilización en mejoramiento genético de Solanaceas frente a estrés biótico y abiótico.

No. del Proyecto: FTG-8071/08

Organismo líder del consorcio de investigación: INIA-Chile

Investigador líder del consorcio de investigación: Gerardo Tapia San Martín

Organismos co-ejecutores:

Institución 1 y país: Proinpa, Bolivia

Institución 2 y país: INIA, Perú

Institución 3 y país: IBMCP, España

Institución 4 y país: CIAT, Colombia

Institución 5 y país: Universidad de Chile, Chile

Periodo de Ejecución:

Año de la Convocatoria: 2008

Fecha inicio del proyecto: 14/12/2010

Fecha terminación del proyecto: 30/3/2014

2. Resumen Ejecutivo

El tomate es una de las hortalizas de mayor difusión a nivel mundial. Sudamérica constituye el principal centro de origen del tomate cultivado y de diversas especies silvestres. A partir de ellos se ha obtenido diversas características que han sido transferidas a variedades de tomate cultivado.

El germoplasma de tomates silvestres ha sido en general poco aprovechado por los países que concentran su centro de origen, entre ellos, Perú, Bolivia y Chile. A su vez, diferentes problemas asociados al cultivo no han sido adecuadamente resueltos, tales como enfermedades y estreses abióticos, los cuales provocan serias reducciones en los rendimientos de este cultivo. Por tal razón, este proyecto ha tenido por objeto generar colecciones de germoplasma de tomates silvestres adecuadamente caracterizadas considerando los principales problemas que aqueja la agricultura y que pretenden hacer frente al cambio climático en Bolivia, Perú y Chile. Específicamente este proyecto tenía por objeto generar una plataforma de conocimientos en aspectos relacionados con estrés biótico y abiótico entre los que se cuentan tolerancia a altas temperaturas, sequía, resistencia a patógenos como hongos, bacterias y virus. Estos estudios de caracterización se realizaron sobre colecciones de germoplasma generadas durante el desarrollo de este proyecto y se sumó a estudios de diversidad genética y de transcriptómica.

En este proyecto se consideraron distintos tipos de caracterización de colecciones de germoplasma, entre ellas agronómicas, fisiológicas, bioquímicas y moleculares. Dentro de los resultados más relevantes se cuenta con la generación de tres colecciones de germoplasma (en Perú, Chile y Bolivia) que sumaron en total un número de 362 accesiones. Estas estuvieron constituidas por las especies *Solanum lycopersicum* var. *Cerasiforme*, *S. peruvianum*, *S. chilense*, *S. sitiens*, *S. chimilewski*, *S. pennellii*, entre otras. En los tres países se desarrollaron actividades de caracterización las cuales sumaron un número total de 143 caracterizadas en función de tolerancia a sequía, 54 caracterizadas en función de tolerancia a temperaturas altas, de acuerdo a resistencia a diversas enfermedades. Así mismo se realizó análisis genéticos mediante el uso de marcadores microsatélites en las colecciones Bolivianas con el fin de determinar su grado de diversidad genética. Como parte del estudio de las colecciones de germoplasma se analizó y estudió la diversidad existente en el gen codificante para un receptor de Acido abscísico (ABA), así como también su rol en inducir una respuesta (mediada por ABA) en levaduras. Se realizó un análisis transcriptómico sobre dos genotipos de *Solanum peruvianum* con características contrastantes de tolerancia a estrés hídrico, obteniendo un número de 180 genes expresados diferencialmente entre ambos genotipos.

El uso de la información generada en este proyecto tiene un uso potencial en el desarrollo de nuevas variedades de tomate con cualidades de resistencia mejorada a enfermedades, pero también con tolerancia a estreses abióticos, entre ellos sequía, salinidad y temperaturas elevadas. Así mismo, nuestros resultados se constituyen en la base para el establecimiento de programas de mejoramiento genético que puedan hacer uso de la variabilidad genética existente en las especies silvestres, proponiendo novedosas variaciones inexistentes en el mercado actual, el cual, se basa por lo general en un estrecho acervo genético

3. Fin del proyecto

Este proyecto tiene por finalidad fundar las bases para el desarrollo de una plataforma de tecnologías, promover la utilización de recursos genéticos y generar productos en especies de la familia Solanaceae y en especial del tomate, que permitan contrarrestar los efectos del cambio climático en la agricultura y economía de los países latinoamericanos.

4. Propósito

Desarrollar herramientas y conocimientos apropiables en aspectos de premejoramiento en los países latinoamericanos miembros del consorcio, como base para su utilización en programas dirigidos a la obtención de variedades comerciales de tomate con características de tolerancia a estrés abiótico y resistencia a patógenos para hacer frente al escenario del cambio climático.

5. Componentes

- a) Generar colecciones de germoplasma de las especies silvestres de *S. chilense*, *S. peruvianum*, *S. pimpinellifolium*, *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*, entre otras.
- b) Caracterizar las colecciones de germoplasma considerando aspectos morfológicos, agronómicos, fisiológicos, moleculares y económicos, relacionados con su tolerancia a estrés hídrico, alta temperatura e infección por patógenos.
- c) Generar un banco de genes candidatos asociados a la tolerancia a estrés hídrico para su uso como marcadores en la selección de materiales tolerantes en programas de mejoramiento genético.
- d) Desarrollar un modelo predictivo que describa el efecto del cambio climático en el cultivo del tomate en Bolivia, Perú y Chile, considerando las modificaciones y nuevos escenarios que se presentaran.
- e) Difundir los efectos del cambio climático sobre el cultivo del tomate así como el uso de los recursos genéticos silvestres en beneficio de la agricultura y el desarrollo de productos agropecuarios que contrarresten sus efectos.

6. Metodología.

6.1. Identificación de vacíos de Germoplasma.

Con el fin de evaluar el estado de conservación ex situ de los parientes silvestres de tomate e identificar los taxones que requieren ser conservados para así asegurar su disponibilidad en bancos de germoplasma, se utilizó la metodología de identificación de vacíos en colecciones de germoplasma descrita por Ramírez-Villegas et al. (2010) para todos los parientes de esta especie cultivada.

Esta metodología, basada en Sistemas de Información Geográfica (SIG) utiliza tres parámetros para evaluar las necesidades de conservación: taxonomía, calculado como “Sampling Representativeness Score” (SRS); geografía, calculado como “Geographic Coverage Assessment” (GRS); y ambiente, calculado como “Environmental Representativeness Score” (ERS). Cada uno de estos parámetros es evaluado con el fin de obtener un valor numérico que represente el estado de conservación del taxón y en base a estos se calcula una calificación final, equivalente al promedio de los tres parámetros mencionados, permitiendo así priorizar la urgencia de conservación para cada taxón.

6.2. Colectas de germoplasma en Bolivia.

6.2.1. Recopilación de datos geográficos.

Se recopilaron datos pasaporte de germoplasma de especies silvestres de tomate reportadas en Bolivia (y Sudamérica) de centros nacionales e internacionales de investigación y conservación de recursos fitogenéticos, y de herbarios internacionales, las cuales se detallan a continuación:

TomatoGeneticResources Center (TGRC), California, EEUU (<http://tgrc.ucdavis.edu/>)

New York Botanical Garden (NYBG), EEUU (www.nybg.org)

Global Bioversity Information Facility (GBIF) (www.gbif.org)

Se consultó además la monografía de Peralta et al. (2008) sobre taxonomía de tomate silvestre y los informes de colecta de especies silvestres de papa elaborados por PROINPA en el marco de un proyecto global de conservación de parientes silvestres (UNEP/GEF – CPS) ejecutado entre los años 2006 y 2009.

6.2.2. Planificación de rutas de colecta en Bolivia.

En base a los mapas elaborados, siguiendo la metodología de Jarvis et al. (2005), se identificaron aleatoriamente puntos accesibles en áreas con alta y baja probabilidad de presencia de especies identificadas por los modelos BioClim y MaxEnt.

6.3. Regeneración de colecciones.

La regeneración de colecciones fue dependiente de la especie. En el caso de especies alogamas autoincompatibles, la regeneración se realizó en cuartos de invernadero aislados para impedir el ingreso de vectores de polinización. En el caso de especies de autopolinización la regeneración se realizó al aire libre o en invernaderos adecuadamente acondicionados. En todos los casos se utilizó un mínimo de 20 plantas por accesión.

6.3.1. Crecimiento y desarrollo.

Se efectuaron controles de la sanidad vegetal a través de aplicaciones de insecticidas y fungicidas para el control de insectos y enfermedades.

En la etapa de floración para las accesiones silvestres se realizaron polinizaciones manuales, estimulando así la formación de frutos.

6.3.2. Cosecha, procesamiento y conservación de la semilla.

El procesamiento de los frutos se realizó inmediatamente después de la cosecha. Este consistió en la extracción de la pulpa junto con las semillas en recipientes de plástico, los cuales se maceran por 48 horas para lograr la desintegración del mucilago que recubre las semillas.

Posteriormente se realiza un lavado de la semilla con agua de grifo, para la eliminación de los restos de pulpa.

El secado de la semilla se realiza en un cuarto a 25°C, posteriormente se lleva a desecador con Silica durante 48hrs, posterior a lo cual las semillas son almacenadas en cámara fría a -5°C.

6.4. Caracterización morfológica.

La caracterización morfológica del material vegetal multiplicado bajo condiciones de invernadero, se realizó durante el periodo de floración y fructificación del mismo. Para ello se utilizó un conjunto mínimo de descriptores morfológicos (a nivel de hoja, flor y fruto) para tomate de acuerdo a lo descrito por IPGRI (1996).

6.5. Caracterización molecular

Para la caracterización molecular, se obtuvo ADN a partir de folíolos tiernos de cada accesión. Estos fueron molidos en nitrógeno líquido con ayuda de morteros de porcelana pre-enfriados, hasta obtener un polvo fino del que se transfirió 100 mg a tubos eppendorf debidamente etiquetados y pre enfriados, los cuales se mantuvieron a -20°C.

La extracción de ADN se hizo siguiendo el protocolo CTAB 2x (hexadecil bromuro de trimetil amonio) de Doyle y Doyle (1990), con algunas modificaciones.

La cuantificación del DNA genómico se realizó a través de un espectrofotómetro. Estas muestras fueron cargadas en geles de agarosa al 1% con buffer de corrida TBE 1X, con un marcador de peso molecular de 10.000 pb, y se visualizaron en un transiluminador de luz UV para verificar el estado del DNA genómico.

El análisis de datos moleculares se realizó determinando en primera instancia las matrices de similitud utilizando el coeficiente de Jaccard (1908). Los cálculos y gráficos se realizaron con el programa NTSYS-pc 2.10 (<http://www.exetersoftware.com/cat/ntsyspc/ntsyspc.html>), donde también fueron construidos los dendogramas y coordenadas principales utilizando el método de ligamiento promedio UPGMA (Unweighted Pair-Group with Arithmetic Mean).

Tabla 1. Características de los marcadores microsatelite empleados

Nº	Marcador	Forward	Reverse
1	LEVCOH15	GCAACCACCAATGTTTCATTACA	AAGCTAAATCTGGCTTGTGGAG
2	SSR318	GCAGAGGATATTGCATTTCGC	CAAACCGAACTCATCAAGGG
3	SSR333	GTTCCCGCTTGAGAAACAAC	CCAATGCTGGGACAGAAGAT
4	SSR349A	GAGTGATCATCCATCCTCTCA	GGAAGAGACTTTGGACTAAGGGA
5	SSR383	ATTGTACAAAGACCCGTGGC	GTTGCACACTGGATCAATGC
6	SSR47	TCCTCAAGAAATGAAGCTCTGA	CCTTGAGATAACAACCACAA
7	SSR63	CCACAAACAATTCCATCTCA	GCTTCCGCCATACTGATACG
8	SSR96	GGGTTATCAATGATGCAATGG	CCTTTATGTGAGCCGGTGT
9	TOM152	ATTCAAGGAACCTTTTAGCTCC	TGCATTAAGGTTTCATAAATGA
10	TOM184	CAACCCCTCTCCTATTCT	CTGCTTTGTGCGAGTTTGAA
11	TOM188	CCCACCTTTTTACCTCTCCC	GGAAGATGGTATTTTTGGAAA
12	TOM236	GTTTTTTCAACATCAAAGAGCT	GGATAGGTTTCGTTAGTGAAC
13	TOM49	AAGAACTTTTTGAATGTTGC	ATTACAATTTAGAGAGTCAAGG

Fuente: Tomato Map Database (www.tomatomap.net).

6.6. Caracterización de tolerancia a sequía.

6.6.1. Determinación de parámetros fisiológicos frente a estrés hídrico.

El establecimiento de los ensayos se realizó en dos cuartos de invernadero individuales. En la pieza A se estableció el ensayo Sin estrés hídrico (SEH) con un sistema de riego automático con goteros de 2 litros hora, aplicándose un tiempo de riego diario de 8 minutos equivalentes a 270 ml, mientras que en la pieza B se estableció el ensayo con estrés hídrico (CEH), el cual no consta de sistema de riego, solo se aplicaron 5 riegos con una dosis de 700 ml por planta equivalentes a un 25% de la reposición semanal respecto al ensayo SEH.

Ambos ensayos poseen un sistema de tutorado consistente en hilos de plástico colgados a una altura aproximada de 2.5 metros de altura que envuelven al eje central de cada planta.

Una vez que se establecieron los ensayos y aplicado el riego a todas las plantas como con el objetivo de uniformizar las condiciones iniciales de humedad, se cubrió cada maceta con perlita de plumavit para evitar la evaporación del agua de forma directa del suelo y se instalaron dos sensores EC5 en cada ensayo para monitorear el contenido de humedad del suelo.

Los datos fueron analizados mediante análisis de varianza (ANDEVA) utilizando el procedimiento MIXED en SAS. Cada individuo se consideró como efecto fijo y los bloques incompletos de cada repetición como efecto aleatorio, se utilizó un nivel de significancia de 5 %, y la relación entre las variables se estimó mediante análisis de correlación usando el software XLSTAT.

6.6.1.1. Tasa elongación tallo relativa (TETR)

Se midió la altura de planta considerándose como punto máximo de elongación aquel tallo más alto de cada planta, registrándose la medida en el ápice de crecimiento con una regla graduada en centímetros y obtener la TETR.

6.6.1.2. Temperatura de la Hoja

Se evaluó con un termómetro laser infrarrojo, midiendo la temperatura foliar de cada planta.

6.6.1.3. SPAD

Se evaluó la actividad fotosintética con un medidor de clorofila SPAD en la zona media de la planta y zona media de la hoja, con 4 mediciones quedando registrado su promedio.

6.6.1.4. Área foliar

Se realizaron 4 registros mediante una fotografía con un fondo milimetrado a cada planta para su posterior medición con el software imagej, como referencia se midió la tercera hoja después del ápice de crecimiento, esta fue marcada con un alambre de color para distinguir. También se realizaron mediciones de área foliar utilizando el foliolo para el CRA antes de ser secado.

6.6.1.5. Área foliar específica (AFE)

Una vez culminado el registro digital de la hoja marcada para el área foliar se procedió a cortar el foliolo secar hasta peso constante y se obtuvo el peso seco, el cual se utilizó una vez que las fotos fueron procesadas. También se obtuvo el AFE mediante la medición del área del foliolo ocupado por el CRA antes de ser secado y el valor de su peso seco.

6.6.1.6. Potencial hídrico, (Ψ_x)

El potencial xilemático se evaluó con una bomba Scholander y el ($\Psi\pi$) potencial osmótico con un osmómetro (VAPRO-5600) encontrándose las muestras congeladas a $-80\text{ }^\circ\text{C}$. Para la obtención del Ψ_x en cada fecha de evaluación, se envolvió una hoja de cada planta con una bolsa plástica envuelta en papel aluminio, se esperó 1 hora, se cortó la hoja y se midió con una bomba Sholander. Los datos de potencial osmótico fueron procesados utilizando la ecuación de Van't Hoff.

6.6.1.7. Conductancia estomática

La conductancia estomática se midió mediante un Porómetro, el análisis se realizó utilizando como criterio la zona media de la planta y el tercio medio de la hoja y se midió 2 hojas por planta.

6.6.2. Determinación de actividad de enzimas antioxidantes POX, ASPX, CAT y SOD

El material vegetal de plantas en estrés hídrico se obtuvo desde ensayos montados en condiciones de invernadero ($25\pm 5\text{ }^\circ\text{C}$, $70\pm 10\%$ de humedad) con 17 variedades de tomate y 3 repeticiones por variedad (repeticiones biológicas) denominados CR (con riego) y las mismas repeticiones para las denominadas SR (sin riego). Las plantas SR se someten a estrés hídrico reduciendo el riego controlado y se determina el estrés hídrico de acuerdo a su conductancia estomática utilizando para ello un porómetro (valores inferiores a $20\text{ mmol m}^{-2}\text{ s}^{-1}$ se consideran bajo estrés). Para las plantas sometidas a estrés lumínico se mide la RFA (radiación fotosintéticamente activa) mediante un ceptómetro para determinar la hora ideal en la cual la planta recibe una mayor radiación y con ello el mayor estado de estrés. 1. Determinación de actividad de enzimas antioxidantes ASPX, POX, CAT y SOD.

Desde el invernadero se extraen hojas completas de plantas estresadas y control y se conservan inmediatamente en tubos tipo falcon y en frío, luego se pesa aproximadamente 0,1 g de material vegetal y se almacenan a -80°C.

Posteriormente, el material vegetal es homogeneizado en mortero frío y baño de hielo utilizando nitrógeno líquido y 1,5 ml de buffer fosfato de potasio. Luego se centrifuga a 10.000 g y 4°C por 20 minutos (en equipo marca Sigma, modelo 2-16PK). El sobrenadante enzimático es transferido a tubos eppendorf y almacenados a 4°C.

La determinación de la actividad antioxidante de las enzimas Catalasa (CAT), Ascorbato peroxidasa (AsPX) y Guaiacol peroxidasa (POX) se realiza siguiendo las metodologías propuestas por Lester y col., 2004 y por Frary y col., 2010 con algunas modificaciones. Todas las medidas son realizadas mediante espectrofotometría utilizando para esto un espectrofotómetro para microplacas marca Biotek, modelo EPOCH.

a) **Determinación de la actividad antioxidante de la enzima CAT:** A cada pocillo de la microplaca se agregan 265 µl de buffer CAT, 20 µl del sobrenadante enzimático y 15 µl de H₂O₂ 100mM. Inmediatamente se realizan 6 lecturas de absorbancia durante 10 minutos a 240nm.

b) **Determinación de la actividad antioxidante de la enzima AsPX:** A cada pocillo de la microplaca se agregan 274 µl de buffer AsPX, 20 µl de sobrenadante enzimático y 12 µl de H₂O₂ 100mM. Luego se mide inmediatamente la absorbancia cada dos minutos durante 10 minutos a 290nm.

c) **Determinación de la actividad antioxidante de la enzima POX:** Antes de determinar espectrofotométricamente la actividad antioxidante de la enzima POX en plantas de tomate, se realiza una dilución 1:5 del sobrenadante enzimático obtenido utilizando buffer fosfato de potasio.

Luego, se adiciona a cada pocillo 265 µl de buffer POX, 5 µl de la dilución obtenida y 30 µl de H₂O₂ 100mM. Se procede a leer la absorbancia cada dos minutos durante media hora a 470 nm. Las actividades de CAT, AsPX y POX se determina a partir de la pendiente de las porciones iniciales lineales de las curvas de absorbancia versus tiempo de acuerdo a Frary y col., 2010. La cantidad de enzima que causa un cambio en la absorbancia de 0,001 por minuto se define como una unidad. Los valores de actividad enzimática se expresan en Unidades de actividad enzimática/gramo de tejido (U/g) y para esto se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{U/g} = \frac{\Delta \text{Absorbancia} \times \text{Volumen de buffer}}{\text{Tiempo} \times \text{Peso de tejido}}$$

Finalmente, en cuanto a la determinación de la actividad antioxidante total soluble en agua, esta se basó en la metodología descrita por Re et al. (1999) y Frary et al. (2010), la cual a su vez se basa en la generación del catión radical del ABTS (ácido 2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazoline-6-sulfónico), ABTS⁺ y la capacidad antioxidante de un extracto determinado.

6.6.3. Cuantificación de azúcares

La determinación de azúcares totales fue realizada utilizando el método de la antrona. Para la determinación de Sacarosa, fructosa y glucosa se utilizó el kit Sucrose/Glucose/Fructose UV Method (Roche). Los extractos se obtuvieron a partir de 0,1g de tejido seco el cual fue tratado en un buffer de extracción (etanol 80%. 10 mM HEPES-KOH, pH 7,4.) a 70°C por dos horas.

6.6.4. Análisis en raíces

Las raíces fueron extraídas y lavadas con agua destilada y almacenadas en alcohol etílico al 70% a 4°C. Para la digitalización de las mismas, se procedió a lavarlas con agua nuevamente y así eliminar el alcohol, para luego desplegarlas en una bandeja de fondo negro de 2x 100 x 150 cm, cubierta con agua. A 115 cm, con un trípode lateral, se dispuso la cámara CANON réflex EOS M con un lente óptico CANON EF- M 18-55 mm 1:3.5-5.6 IS STM (25 mm diámetro). Las imágenes tenían un tamaño de 18 MP en formato jpeg, con un punto F de f/4, tiempo de exposición de 1/10 s a una velocidad ISO de 200 y una distancia focal de 23 mm.

El análisis de las raíces se realizó con el Programa winRHIZO TRON 2009^a (REGENT INSTRUMENTS CANADA Inc.) utilizando el método descrito por el programa para la escala de 2 imágenes independientes (vertical y horizontal) utilizando la escala montadas al tomar las fotografías para calibración.

Mediante el programa se realizó un catastro de la(s) raíz principal (es) de cada accesión, para la cual se analizó morfológicamente: el largo total promedio, ancho total promedio y volumen promedio.

6.7. Evaluación de resistencia a patógenos

6.7.1. Evaluación de enfermedades fungosas

Inicialmente se procede a la recolección de folíolos del tercio superior de cada planta, cuatro folíolos de cada accesión (antes de la floración), dos folíolos para los testigos y dos folíolos para la inoculación con el patógeno. Estos son posteriormente desinfectados en hipoclorito de sodio al 1% durante un minuto y enjuagados en agua destilada. Los folíolos son colocados en cajas Petri, sobre papel toalla humedecido con agua destilada y dentro de envases plásticos con agua.

6.7.2. Obtención del inóculo a partir de plantas enfermas

Inoculación de los folíolos en el envés del tejido (*Phytophthora* sp.) y/o en el haz (*Leveillula* sp. y *Cladosporium* sp.) de la hoja. La infección se realiza colocando una gota de

suspensión (20.000 esporangios/ml) a ambos lados de la nervadura principal. En los foliolos testigo se coloca gotas de agua destilada estéril, a ambos lados de la nervadura principal. La incubación de las cajas Petri se realiza en cámara de crecimiento, a una temperatura mínima 8°C y máxima de 25°C. Al final del periodo de 5 días se evalúa el porcentaje de esporulación después de la inoculación.

Para el caso de enfermedades bacterianas, inicialmente fue necesario estandarizar una metodología de inoculación del material vegetal.

La inoculación de esquejes por microinfiltración de una suspensión de bacterias (patógeno) mediante una jeringa. Para la observación de síntomas, los esquejes fueron sumergidos en agua destilada en vasos Erlenmeyer.

La inoculación de foliolos desinfectados fue realizada mediante microheridas con agujas sumergidas en una solución bacteriana. El tejido fue dispuesto en cajas Petri para la observación de síntomas.

Las evaluaciones se realizaron durante 5 días, 48 horas después de realizada la inoculación. Se consideraron como susceptibles aquellas plantas que manifestaron manchas necróticas medianas a grandes, marchitez o muerte. Las que tenían puntos hipersensibles o pequeñas manchas eran resistentes.

Las dos bacterias (*Xanthomonas* sp. y *Clavibacter* sp.) fueron aisladas previo enriquecimiento en medio líquido (TSB). La multiplicación de las bacterias se realizó con el empleo de soluciones líquidas de caldo de tripticasa de soya, las cuales fueron incubadas durante 5 días a 28 °C.

6.7.3. Ensayo Resistencia a *Tuta Absoluta*.

Este ensayo fue realizado bajo condiciones ambientales de invernadero, a una temperatura promedio de 30°C. Para instalar el ensayo se fabricaron 10 cubículos con malla anti-áfido de 90 cm de alto x 1 mt de ancho. Cada cubículo con una cantidad de 13 plantas de distintas accesiones (tabla 2), de cada accesión hay 10 repeticiones. A los cubículos se les instaló un sistema de riego por goteo, programado diariamente durante 1 minuto.

Se comenzó con la recolección de individuos en estado de larvas, fueron colocadas en una cámara a 25°C para que puparan, este proceso duró una semana, luego de esto se colocaron 20 pupas en placas Petri desechables dentro del cubículo, sobre un tubo de pvc para que las pupas quedaran por sobre la altura de las plantas, se debió esperar una semana para que el adulto emergiera y ovipusiera y luego evaluar el daño que producirían en los foliolos, este método no dio buenos resultados ya que la temperatura del invernadero era muy elevada provocando una alta mortalidad en las pupas y los adultos que emergieron eran escasos, por esta razón se cambió la metodología y lo próximo que se realizó fue conservar las larvas en la cámara a 25°C y dejarlas allí hasta que emergiera el adulto y luego eran llevadas al invernadero e instaladas dentro del cubículo, este método dio mejores resultados ya que en esta ocasión el número de adultos era importante.

El paso siguiente fue esperar 10 días para evaluar el daño que las tutas producirían en las plantas, esto se realizó contando la cantidad total de hojas, las hojas sanas y las hojas dañadas.

Tabla 2. Accesiones sometidas a evaluación en ensayo tuta absoluta

<u>Accesión</u>	<u>Especie</u>
182	<i>L. chilense</i>
3636	<i>L. chilense</i>
3954	<i>L. peruvianum</i>
3956	<i>L. peruvianum</i>
3957	<i>L. peruvianum</i>
3972	<i>L. peruvianum</i>
3975	<i>L. peruvianum</i>
3978	<i>L. peruvianum</i>
3982	<i>L. chilense</i>
5282	<i>L. chilense</i>
M82D	<i>Variedad comercial</i>
LA4317	<i>L. peruvianum</i>
Money Maker	<i>Variedad comercial</i>

6.7.4. Ensayo de resistencia en plantas de tomates a los patógenos *Botrytis cinerea* y *Alternaria Solani*

Se tomaron 8 foliolos de tamaño uniforme de las accesiones de tomate silvestre y 1 variedad comercial perteneciente a la colección de INIA-Quilamapu.

Los foliolos fueron sometidos a un protocolo de desinfección en el que se sumergieron dichos foliolos en Hipoclorito de sodio al 0,5% por 1 min, se enjuagaron tres veces en agua destilada estéril y finalmente se secaron en toalla absorbente estéril.

El montaje se realizó bajo cámara de flujo para evitar contaminación. Se usó placas petri plásticas estériles con papel absorbente previamente esterilizado, se humedeció el papel con agua destilada estéril y se situaron los 8 foliolos dentro de cada placa. Luego se puso un disco de agar con micelio del hongo a evaluar en el centro del foliolo y se tapó la placa para generar una cámara húmeda.

Se incubó en una cámara de crecimiento programada a 22°C con 12 hrs de luz y 12 hrs de oscuridad.

A los 4, 5 y 6 días desde la inoculación con el disco de micelio, se evaluó el avance del hongo a lo largo del foliolo con un pie de metro, no se evaluó a lo ancho de la hoja porque normalmente el hongo lo cubre muy rápido.

Se realizó un ADEVA de una vía con el factor accesión y se utilizaron comparación de medias y con el test LSD para determinar diferencias en la longitud de la lesión en las distintas accesiones.

6.8. Analisis de microarray.

Los RNAs fueron purificados utilizando el kit de extracción SV RNA isolation kit (Promega). La integridad y calidad de las muestras de RNA fueron examinadas usando el equipo Bioanalyzer (Agilent Technologies). Las tres replicas biológicas fueron marcadas e hibridadas en un chip EUTOM3 exon array, de acuerdo a las instrucciones del proveedor (Affimetrix) en la unidad central de investigación (Universidad de Valencia, España).

Los valores de intensidad desde los archivos CEL fueron analizados en el software MEV (Saeed et al, 2004). Los genes diferencialmente expresados se determinaron mediante un análisis de significancia de microarreglos (SAM) propuesto por Tusher et al (2001) de dos clases desapareadas. Se consideraron como genes diferencialmente expresados aquellos que poseían un valor $q \leq 0,05$ y con una tasa de cambio (FC) ≥ 2 . Los valores de FC resultantes del análisis fueron transformados a escala logarítmica en base dos ($\log_2 FC$) para facilitar su interpretación.

Las anotaciones del genoma del tomate fueron obtenidas desde la base de datos de Phytozome (<http://www.phytozome.net/>) desde donde se extrajeron los códigos AT (*Arabidopsis thaliana*) y la descripción de cada gen.

6.9. Análisis de Ontología Genética

Los grupos de genes diferencialmente expresados en ambos genotipos fueron categorizados en base a su Ontología Genética mediante la herramienta AgriGO (Du et al, 2010) y sometieron a un análisis de enriquecimiento singular (SEA en inglés). Este método permite determinar aquellos términos sobre-representados en la muestra comparándolo con una lista de referencia (o background) mediante la prueba estadística de Fisher y ajustado con el método de Hochberg (FDR) ambos con un nivel de significancia de 0,05, finalmente se utilizó el tipo de Plant GO Slim con la lista de referencia sugerida por el programa.

6. 10. Otras determinaciones.

Las determinaciones de termoestabilidad de membranas fueron realizadas de acuerdo a lo descrito por Blum et al. (1988).

7. Resultados.

7.1. Identificación de vacíos en la colecciones de germoplasma de los parientes silvestres del tomate cultivado.

7.1.1. Selección de especies y construcción de base de datos

Fueron seleccionadas 16 especies reconocidas por Peralta et al. (2008) como los parientes silvestres del tomate cultivado (Tabla 3), adicionalmente se incluyó *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* a sugerencia de los usuarios finales de este reporte, el cual es considerado como posible forma feral o híbridos entre especies silvestres y arvenses (Peralta et al. 2008) para un total de 17 taxones analizados.

Durante la recolección de registros fueron considerados los sinónimos para cada uno de los taxones, a excepción de *S. huaylasense*, *S. corneliomulleri* y *S. arcanum* especies que anteriormente eran consideradas *Lycopersicon peruvianum* y que para reclasificar los registros, es necesario revisar los especímenes de herbario o plantas obtenidas a partir de accesiones de germoplasma para confirmar la taxonomía de los individuos.

Tabla 3. Parientes silvestres del tomate y sus sinónimos (Peralta et al. 2008)

Especies	Sinónimos
<i>Solanum lycopersicoides</i> Dunal	<i>Lycopersicon lycopersicoides</i> (Dunal) A. Child ex J. M. H. Shaw
<i>Solanum sitiens</i> I. M. Johnst.	<i>Lycopersicon sitiens</i> (I. M. Johnst.) J. M. H. Shaw
<i>Solanum juglandifolium</i> Dunal	<i>Lycopersicon juglandifolium</i> (Dunal) J. M. H. Shaw
<i>Solanum ochranthum</i> Dunal	<i>Lycopersicon ochranthum</i> (Dunal) J. M. H. Shaw
<i>Solanum pennellii</i> Correll	<i>Lycopersicon pennellii</i> (Correll) D'Arcy
<i>Solanum habrochaites</i> S. Knapp & D. M Spooner	<i>Lycopersicon hirsutum</i> Dunal
<i>Solanum chilense</i> (Dunal) Reiche	<i>Lycopersicon chilense</i> Dunal
<i>Solanum huaylasense</i> Peralta	parcialmente <i>Lycopersicon peruvianum</i> (L.) Miller
<i>Solanum peruvianum</i> L.	<i>Lycopersicon peruvianum</i> (L.) Miller
<i>Solanum corneliomulleri</i> J. F. Macbr.	parcialmente <i>Lycopersicon peruvianum</i> (L.) Miller <i>Lycopersicon glandulosum</i> C. F. Müll.
<i>Solanum arcanum</i> Peralta	parcialmente <i>Lycopersicon peruvianum</i> (L.) Miller
<i>Solanum chmielewskii</i> (C. M. Rick et al.) D. M. Spooner et al.	<i>Lycopersicon chmielewskii</i> C. M. Rick et al.
<i>Solanum neorickii</i> D. M. Spooner et al.	<i>Lycopersicon parviflorum</i> C. M. Rick et al.
<i>Solanum pimpinellifolium</i> L.	<i>Lycopersicon pimpinellifolium</i> (L.) Miller
<i>Solanum cheesmaniae</i> (L. Riley) Fosberg	<i>Lycopersicon cheesmaniae</i> L. Riley
<i>Solanum galapagense</i> S. C. Darwin & Peralta	<i>Lycopersicon galapagense</i> L. Riley

Se colectaron la mayor cantidad posible de registros de accesiones de germoplasma y muestras de herbario con información taxonómica, descripción del sitio de colecta y coordenadas (si estas estaban disponibles) (Tabla 4). Estos mismos fueron almacenados en una base de datos para su utilización en el análisis de vacíos. Posterior a la creación de la base de datos, se procedió a verificar las coordenadas de cada registro comparando si el país de origen del registro, efectivamente corresponde al calculado con las coordenadas (Hijmans et al. 1999), seleccionando sólo aquellos registros cuyo país registrado en la base de datos coincide con el calculado por sus coordenadas. 228 registros fueron descartados debido a este tipo de error.

Tabla 4. Inventario de accesiones de germoplasma (G) y muestras de herbario (H) georreferenciadas, utilizadas en el análisis de vacíos. * Registros utilizados en el primer análisis presentado en Marzo 2010 ** Registros utilizados en el segundo análisis, preparado en 2012.

Taxón	G*	G**	Δ	H*	H**	Δ	Total**
<i>Solanum Arcanum</i>	43	43	0	0	76	76	119
<i>Solanum cheesmaniae</i>	0	0	0	1	109	108	109
<i>Solanum chilense</i>	374	374	0	2	190	188	564
<i>Solanum chmielewskii</i>	54	60	6	1	9	8	69
<i>Solanum corneliomulleri</i>	56	56	0	8	179	171	235
<i>Solanum galapagense</i>	0	0	0	1	64	63	64
<i>Solanum habrochaites</i>	160	160	0	4	223	219	383
<i>Solanum huaylasense</i>	14	14	0	0	10	10	24
<i>Solanum juglandifolium</i>	1	4	3	0	188	188	192
<i>Solanum lycopersicoides</i>	65	68	3	0	21	21	89
<i>Solanum lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	7	73	66	0	9	9	82
<i>Solanum neorickii</i>	32	32	0	0	23	23	55
<hr/>							
<i>Solanum ochranthum</i>	16	16	0	3	95	92	111
<i>Solanum pennellii</i>	46	47	1	0	60	60	107
<i>Solanum peruvianum</i>	199	197	-2	1	183	182	380
<i>Solanum pimpinellifolium</i>	577	402	-175	10	439	429	841
<i>Solanum sitiens</i>	19	20	1	0	20	20	40
Total	1663	1566		31	1898		3464

Para este segundo análisis se colectaron de nuevo los registros disponibles en bases de datos públicas (i.e. GBIF, data.gbif.org; GENESYS, www.genesys-pgr.org), se colectaron datos provenientes de nuevas fuentes (i.e. Planetary Biodiversity Inventories –PBI-Solanum) y se incluyeron registros de colecta del proyecto (Fundación Proinpa, 2010 y 2011) (Tabla 5). Los registros correspondientes a muestras de herbario fueron marcados con la letra “H” (herbario), mientras los de accesiones de germoplasma fueron cuidadosamente seleccionados y marcados con la letra “G” (germoplasma) para el material disponible y accequible al público y “H” para aquel con restricciones de acceso para los usuarios. La inclusión de nuevos registros, particularmente aquellos provenientes de herbarios permitió modelar especies que previamente contaban con pocos registros (i.e. *S. cheesmaniae*, *S. galapagense* y *S. ochranthum*) y para los cuales no había sido posible generar modelos.

Tabla 5. Listado de instituciones de las cuales provienen los registros usados

Colección	Total
Bishop Museum Natural Sciences Data	4
Centro de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana de la Universidad Politécnica de Valencia (COMAV)	175
CGN-PGR	13
Consortium of California Herbaria	2
Database Schema for UC Davis [TGRC]	837
EURISCO, The European Genetic Resources Search Catalogue	36
Fairchild Tropical Botanic Garden Virtual Herbarium	1
Colección INIA Chile – Universidad de Davis (California)	1
Herbarium of The New York Botanical Garden	10
Colección INIA Chile - JICA	194
Instituto de Ciencias Naturales (COL)	20
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt	1
IPK Genebank	2
MEXU/Flora de Oaxaca	1
Missouri Botanical Garden	12
NSW herbarium collection	2
Planetary Biodiversity Inventories (PBI) Solanum	1660
Phanerogamic Botanical Collections (S)	3
Colección Fundación PROINPA 3/20/2010	23
Colección Fundación PROINPA 3/20/2011	37
RBGE Herbarium (E)	2
Real Jardín Botánico (Madrid), Vascular Plant Herbarium (MA)	2
The System-wide Information Network for Genetic Resources (SINGER)	51
United States National Plant Germplasm System Collection	372
USDA PLANTS Database	3
Total	3464

De igual manera se determinó el área geográfica bajo análisis en base a la identificación de la distribución nativa de cada taxón (Tabla 6). Para el caso particular de *S. lycopersicum* el área nativa ocupada por sus parientes silvestres se encuentra enmarcada entre los países de Colombia, Ecuador (incluyendo Islas Galápagos), Perú, Chile y parte de Bolivia.

Tabla 6. Distribución nativa de los parientes silvestres del tomate

Especie	Distribución (USDA, n.d.)	Distribución (Peralta et al. 2008)
Sección Juglandifolia		
<i>Solanum juglandifolium</i> Dunal	Colombia (Antioquia, Cauca, Chocó, Cundinamarca, Huila, Nariño, Putumayo, Quindío, Risaralda, Valle del Cauca) Ecuador (Azuay, Bolívar, Carchi, Chimborazo, Cotopaxi, Morona-Santiago, Napo, Pichincha, Zamora-Chinchipe)	Presente en todas las cordilleras de Colombia hasta el sur de Ecuador
<i>Solanum ochranthum</i> Dunal	Colombia - Caldas, Putumayo, Quindío, Tolima; Ecuador - Azuay, Carchi, Imbabura, Loja, Napo, Pichincha, Tungurahua; Perú - Amazonas, Apurímac, Cajamarca, Cuzco, Huancavelica, Piura	Presente desde las cordilleras Central y Occidental de Colombia hasta el sur de Perú, entre 1900-4100msnm
Sección Lycopersicon		
<i>Solanum lycopersicoides</i> Dunal	Perú – Tacna; Chile	Endémicas de los desiertos del lado occidental de los Andes de Perú y Chile. Adaptadas a condiciones de aridez extremas.
<i>Solanum sitiens</i> I. M. Johnst.	Chile - Antofagasta	
Sección Lycopersicoides		
<i>Solanum corneliomulleri</i> J. F. Macbr.	Perú - Arequipa, Ayacucho [w; Prov. Lucanas], Huancavelica [w; Prov. Castrovirreyna & Prov. Huaytará], Ica, Lima, Moquegua, Tumbes [en base a registro incierto, probablemente mal etiquetado]	Elevaciones medias a altas en las laderas occidentales de los andes, desde el centro hasta el sur de Perú.
<i>Solanum pennellii</i> Correll	Perú - Ancash, Arequipa, Cajamarca, Ica, La Libertad, Lambayeque, Lima, Moquegua, Piura Chile - Tarapaca	Desde el norte de Perú (Piura) hasta el norte de Chile (Tarapacá).
<i>Solanum habrochaites</i> S. Knapp & D. M. Spooner	Ecuador - Chimborazo, Guayas, Loja, Manabí, Tungurahua; Perú - Amazonas, Ancash, Cajamarca, La Libertad, Lima, Piura, Tumbes	Ladera occidental de los Andes, desde el centro de Ecuador hasta el centro de Perú.
<i>Solanum chilense</i> (Dunal) Reiche	Perú - Arequipa, Moquegua, Tacna Chile - Antofagasta, Atacama, Tarapacá	Ladera occidental de los Andes, desde el departamento de Tacna (Perú) hasta el norte de Chile.
<i>Solanum huaylasense</i> Peralta	Perú - Ancash [a lo largo de la Cuenca del río Santa]	Perú
<i>Solanum peruvianum</i> L.	Perú - Ancash, Arequipa, Ica, La Libertad, Lima, Moquegua, Tacna Chile - Tarapacá	Desde el centro de Perú hasta el norte de Chile
<i>Solanum arcanum</i> Peralta	Perú - Amazonas, Ancash, Cajamarca, La Libertad, Piura	Costa y valles andinos en el norte de Perú.
<i>Solanum chmielewskii</i> (C. M. Rick et al.) D. M. Spooner et al.	Bolivia - La Paz; Perú - Apurímac	Valles andinos del departamento de Apurímac (Perú) hasta Sorata (Bolivia)
<i>Solanum neorickii</i> D. M. Spooner et al.	Ecuador - Azuay; Perú - Amazonas, Apurímac, Cajamarca, Cuzco, Huanuco, Pasco	Sur de Ecuador hasta el sur de Perú.
<i>Solanum pimpinellifolium</i> L.	Ecuador - El Oro, Esmeraldas, Guayas, Los Ríos, Pichincha; Perú - Amazonas, Ancash, Cajamarca, La Libertad, Lambayeque, Lima, Piura, Tumbes	Zonas costeras del norte de Perú hasta el centro de Chile, también se encuentran poblaciones en la costa central de Ecuador y Galápagos
<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Ampliamente naturalizado	Distribuida en todo el mundo, no se encuentra silvestre fuera de cultivos. Los especímenes colectados en hábitats naturales pueden ser escapes.
<i>Solanum cheesmaniae</i> (L. Riley) Fosberg	Ecuador – Islas Galápagos [Islas de Baltra, Cristóbal, Española, Fernandina, Isabela, Pinzón, Santa Cruz, & Santa Fé]	Islas Galápagos (Ecuador)
<i>Solanum galapagense</i> S. C. Darwin & Peralta	Ecuador – Islas Galápagos [Islas de Corona del Diablo, Española, Fernandina, Pinta, Pinzón, Santiago, & Sombrero Chino]	Islas Galápagos (Ecuador)

A simple vista, las colecciones de germoplasma de *S. lycopersicum* han sido extendidas a lo largo del área nativa del acervo genético, sin embargo existen diferencias observables en determinadas áreas, como Colombia y Ecuador (particularmente el norte y las Islas Galápagos) áreas en donde se conoce la presencia de algunos de los parientes silvestres de tomate, sin embargo estos materiales no se encuentran representados en bancos de germoplasma (Figura 1). Por otra parte, zonas como el Centro y Norte de Perú se encuentran aparentemente bien muestreadas y sus materiales conservados ex situ.

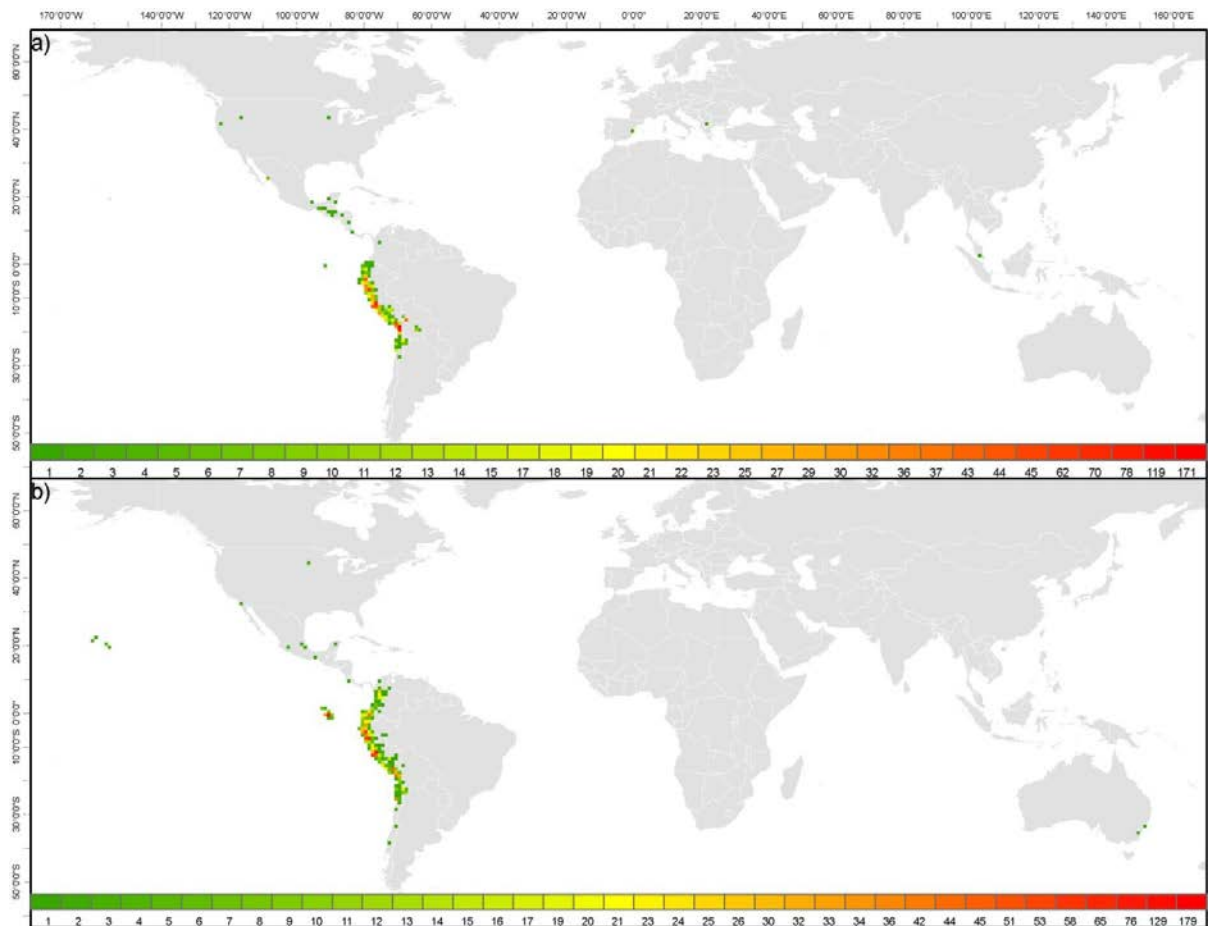


Figura 1. Densidad de muestras de a) accesiones de germoplasma y b) muestras de herbario de tomate y sus parientes silvestres utilizadas en el análisis.

Determinación de deficiencias de muestreo por taxón

Aplicando la fórmula (Ecuación 1) para estimar la “Sampling Representativeness Score”, se obtuvieron los siguientes resultados:

Ecuación 1

$$SRS = \frac{GS}{(GS + HS)}$$

Ecuación 1

Donde GS es el número de muestras de germoplasma y HS el numero de de muestras de herbario

2 (11.76%) taxones de 17 analizados no cuentan con accesiones de germoplasma con datos de pasaportegeorreferenciados, 1 (5.88%) taxón tiene menos de 10 accesiones con estas características y el resto de taxones (14) tienen más de 10 accesiones de

germoplasma debidamente georreferenciadas. Del total de taxones analizados, 5 (29.41%) obtuvieron un SRS menor a 3, 5(29.41%) una calificación comprendida entre 3.01 a 5, 4(23.53%) se encuentran entre valores de SRS de 5.01 a 7.5, mientras que 3 (17.64%) obtuvieron un SRS mayor a 7.5.

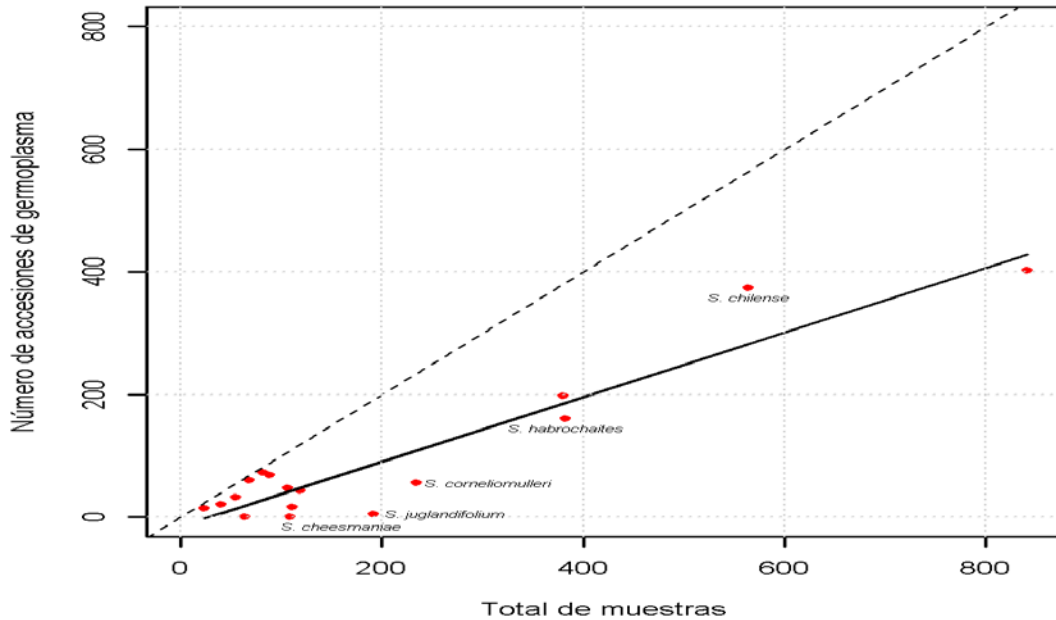


Figura 2. Número de accesiones de germoplasma vs. Total de muestras (suma de accesiones de germoplasma y muestras de herbario)

En términos de número de muestras, la representatividad total (línea punteada) se encuentra por encima del promedio de representatividad de las colecciones de germoplasma (línea oscura y continua) (Figura 2), lo cual indica que en promedio los taxones analizados tienden a tener menos accesiones de germoplasma que registros de herbario. *S. chilense* y *S. peruvianum* aparentemente está mejor conservada en cuanto número de accesiones de germoplasma vs. registros de herbario se refiere.

7.2. Distribución potencial de taxones de interés.

Con el fin de modelar la distribución potencial de cada taxón elegido, se utilizaron como variables ambientales el set de datos Bioclim (Nix, 1986) las cuales permiten representar eventos relacionados con la precipitación y la temperatura que influyen en la supervivencia de las especies (Tabla 7). Los datos de Bioclim son calculados a partir del set de mapas de alta resolución Worldclim (Hijmans et al. 2005). Para el presente análisis, la información se utilizó a una resolución de 2.5 arco-minutos (~ 5km sobre la línea del Ecuador).

Código	Nombre de la variable	Unidades
BIO 1	Temperatura media anual	°C
BIO 2	Rango promedio de la temperatura diurna	°C
BIO 3	Isotermalidad	%
BIO 4	Estacionalidad de la temperatura (desviación estándar)	°C
BIO 5	Temperatura máxima del mes más cálido	°C
BIO 6	Temperatura mínima del mes más frío	°C
BIO 7	Rango anual de temperatura	°C
BIO 8	Temperatura promedio del trimestre más húmedo	°C
BIO 9	Temperatura promedio del trimestre más seco	°C
BIO 10	Temperatura promedio del trimestre más seco	°C
BIO 11	Temperatura promedio del trimestre más seco	°C
BIO 12	Precipitación anual	mm
BIO 13	Precipitación del mes más húmedo	mm
BIO 14	Precipitación del mes más seco	mm
BIO 15	Estacionalidad de la precipitación	%
BIO 16	Precipitación del trimestre más húmedo	mm
BIO 17	Precipitación del trimestre más seco	mm
BIO 18	Precipitación del trimestre más cálido	mm
BIO 19	Precipitación del trimestre más frío	mm

Tabla 7. Listado de variables bioclimáticas utilizadas en el análisis (Nix, 1986)

Maxent fue utilizado como el algoritmo de modelación, gracias a su buen desempeño, reconocido en diferentes comparaciones entre algoritmos de modelación (Elith et al. 2006). La modelación tuvo en cuenta registros únicos marcados como “H” para cada taxón. Se utilizaron 10.000 puntos de fondo, creados aleatoriamente para Suramérica, subcontinente donde se encuentra este acervo genético, con el fin de reducir las sobrepredicciones que Maxent puede estimar. Se utilizó la opción de verificación cruzada, replicando 25 veces el modelo generado para cada taxón, permitiendo así usar todos los registros de presencia de cada taxón. Igualmente, se obtuvo un modelo promedio (calculado a partir de los 25 modelos de cada taxón) y una estimación de la incertidumbre de cada ejercicio de modelación (desviación estándar máxima). La distribución potencial generada con Maxent, corresponde a una superficie con valores que varían desde 0 hasta 1, indicando la probabilidad de que en cada pixel se encuentre la especie. La utilización de umbrales permite llevar esta superficie de probabilidades a probabilidad binomial, donde 1 indica presencia y 0 no-presencia de la especie. Para el caso el umbral fue determinado usando la curva ROC (Receiver Operating Characteristic), la cual es comúnmente usada

para análisis de poder discriminativo, seleccionando el punto con la menor distancia a la esquina superior izquierda del gráfico (umbral sensibilidad vs. 1-especificidad). Este umbral fue utilizado ya que en comparación con otros umbrales, este presenta un mejor desempeño (Liu et al. 2005).

La distribución potencial de todos los taxones, recalculada según el umbral sensibilidad vs 1-especificidad, se mapeo en conjunto, produciendo así un mapa de riqueza potencial y su mapa de incertidumbre. Los puntos calientes de riqueza potencial encontrados tras la modelación se encuentran en a lo largo de Perú, y en algunas pequeñas regiones de Ecuador, en donde se encuentran potencialmente 12 taxones diferentes.

7.2.1. Priorización de áreas geográficas para colecta.

4 taxones fueron identificados como prioridades de colecta, de acuerdo al valor obtenido en el "Final Priority Score" (FPS), los cuatro fueron graficados en un mismo mapa (Figura 3) junto a la desviación estándar en la modelación y las distancias a las muestras más cercanas, siendo estos dos últimos gráficos utilizados como medidas de incertidumbre de los modelos. Los sitios potenciales de colecta con el máximo valor de riqueza potencial (alta probabilidad de encontrar 2 taxones en una misma área) se encuentran a lo largo de los valles interandinos de Colombia, la Sierra Ecuatoriana e Islas Galápagos, y en menor proporción el norte de Perú. Algunas pequeñas áreas en donde potencialmente se encontrarían dos taxones son la costa Pacífica de Ecuador y Colombia, así como las estribaciones del costado sur de la Sierra Nevada de Santa Marta en Colombia.

La desviación estándar máxima llega a valores de 16.9% en buena parte de la sierra Ecuatoriana, así como la parte sur del valle del Río Cauca en Colombia, y el sur de Perú. La distancia a muestras reales fue mayor en la parte nor-occidental de Colombia, la Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia), el sur de Perú y el área modelada en Bolivia, indicando así un valor de incertidumbre mayor, en comparación a zonas como la sierra Ecuatoriana.

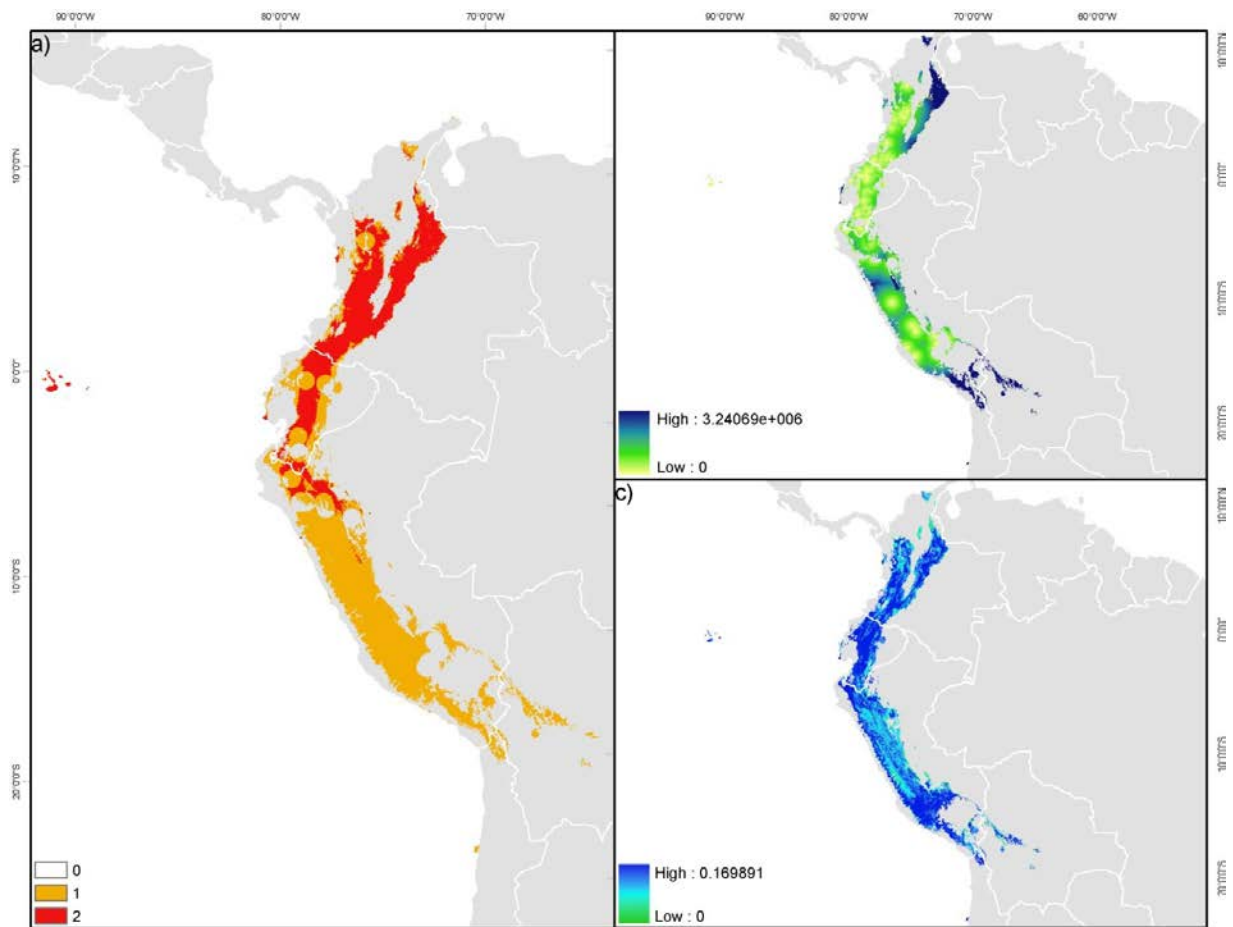


Figura 3. Resultados de priorización. a) Riqueza de sitios potenciales de colecta, b) Distancia a muestras conocidas, c) Desviación estándar máxima para los taxones considerados de alta prioridad para conservar.

7.2.2. Distribución potencial de taxones identificados como prioridad para conservar

A continuación se presentan los modelos de distribución potencial y sus respectivas estimaciones de incertidumbre para los cuatro taxones considerados de alta prioridad para su conservación después de aplicar la metodología de análisis de vacíos (Ramírez-Villegas et al. 2010).

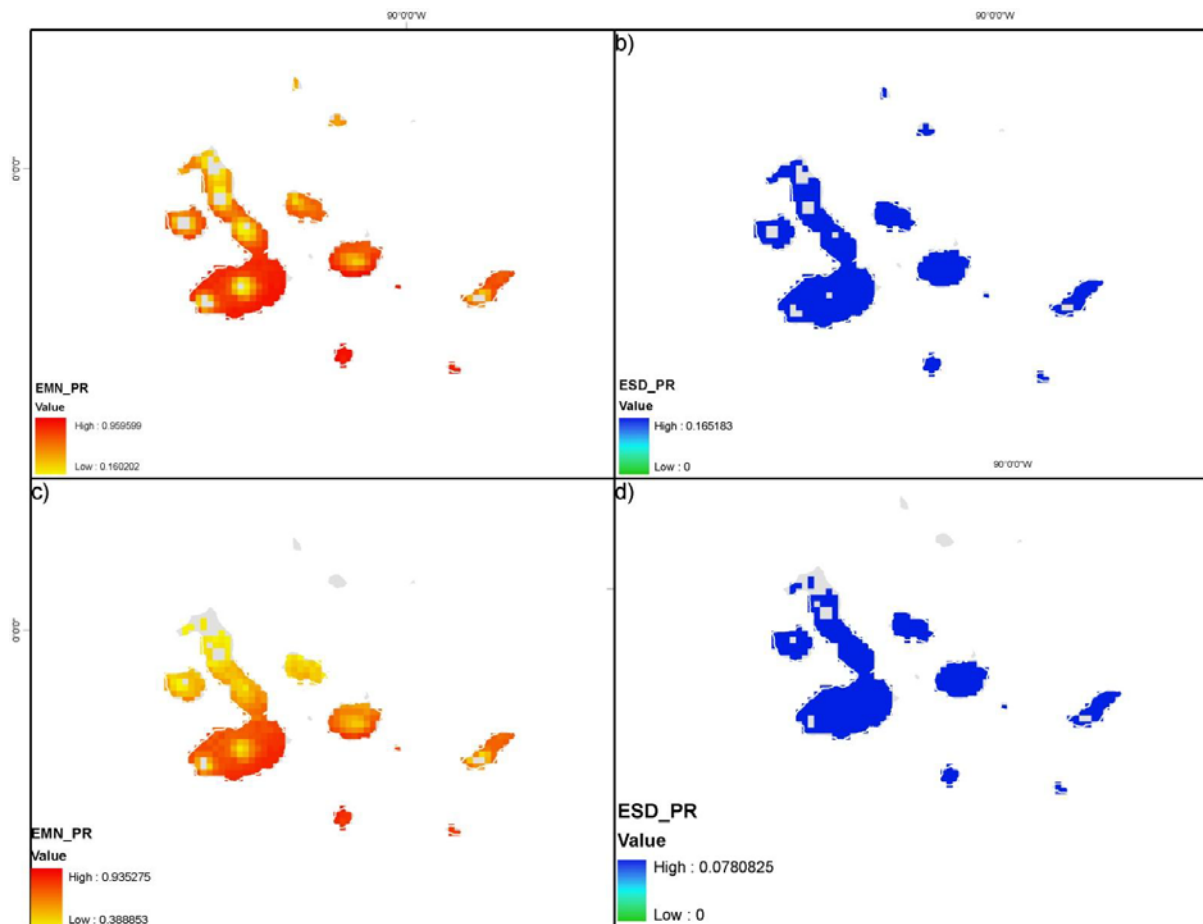


Figura 4. Distribución potencial de *S. cheesmaniae* y *S. galapagense*. a) Distribución potencial de *S. galapagense* b) Incertidumbre de la modelación de *S. galapagense*, estimada como el valor máximo de desviación estándar c) Distribución potencial de *S. cheesmaniae* d) Desviación estándar máxima (incertidumbre) del modelo de distribución potencial de *S. cheesmaniae*.

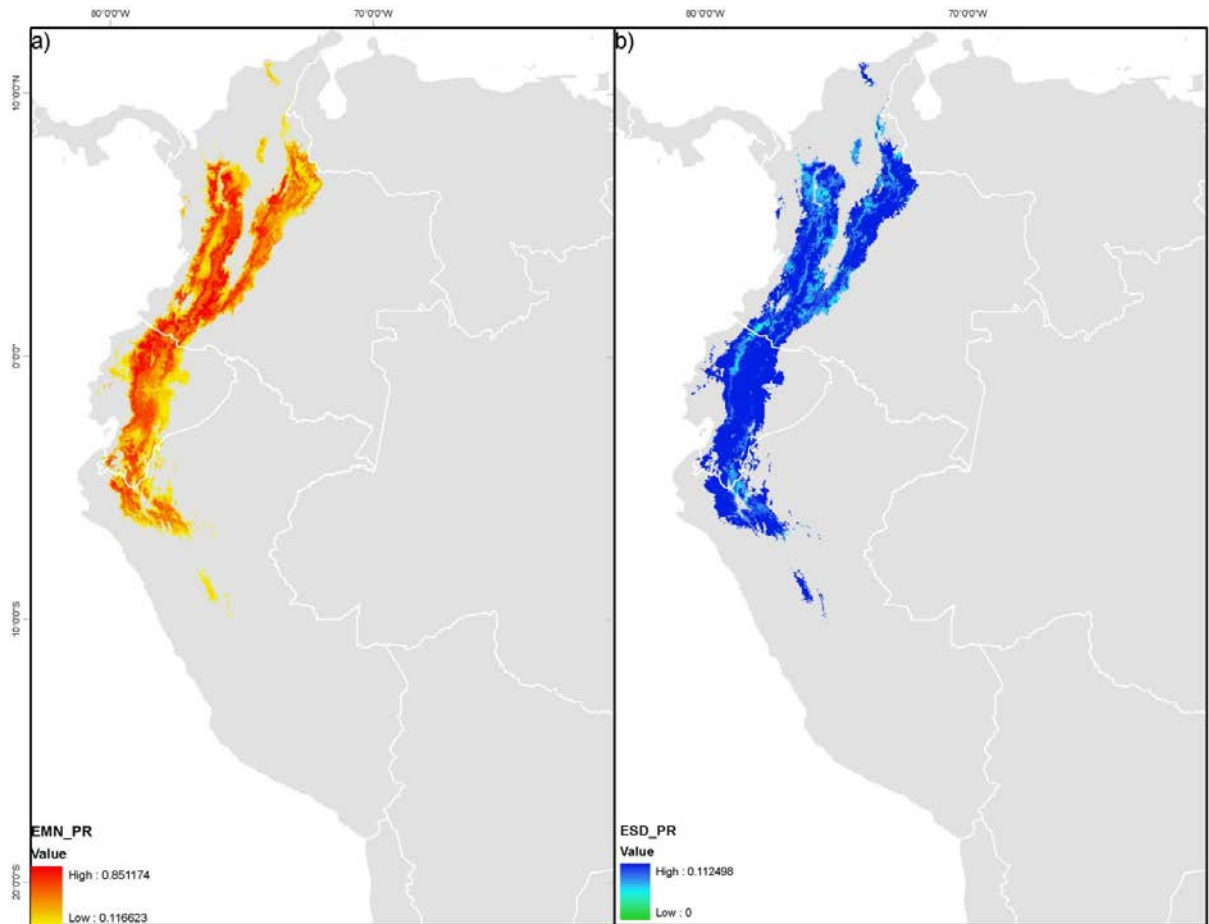


Figura 5. Distribución potencial de *S. juglandifolium* a) Modelo de distribución potencial, b) Mapa de incertidumbre del modelo de distribución potencial

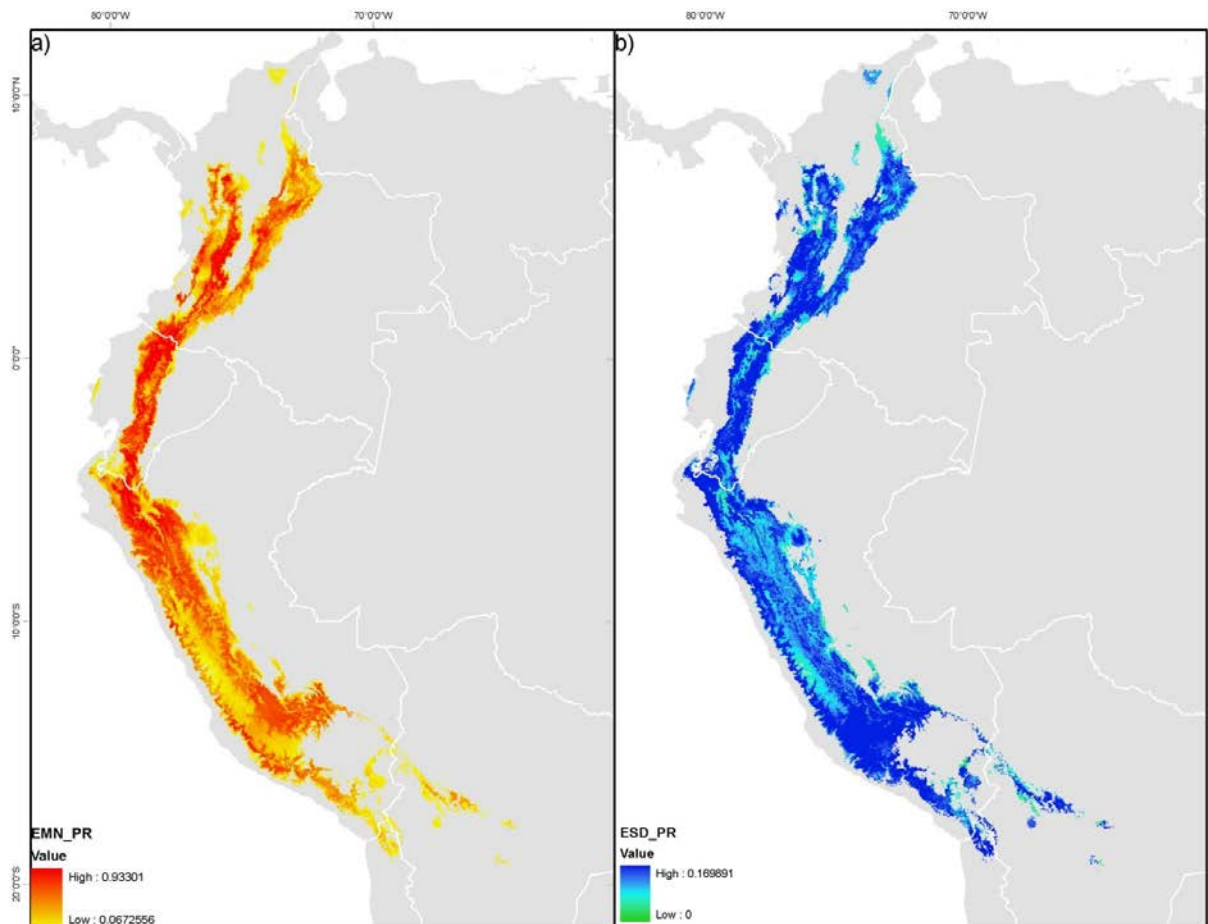


Figura 6. Distribución potencial de *S. ochrantum* a) Modelo de distribución potencial, b) Desviación estándar máxima del modelo de distribución potencial

7.3. Adquisición de germoplasma en Bolivia.

7.3.1. Donación

Se han recibido en calidad de donación por parte del TGRC de Estados Unidos, 53 accesiones correspondientes a 11 especies silvestres, según se detalla en la tabla 8. Un detalle más amplio de las accesiones adquiridas mediante donación se presenta en el Anexo I.

Nº	Genero	Especie	Nº accesiones
1	<i>Solanum</i>	<i>arcanum</i>	2
2	<i>Solanum</i>	<i>cheesmaniae</i>	3
3	<i>Solanum</i>	<i>chilense</i>	4
4	<i>Solanum</i>	<i>chmielewskii</i>	4
5	<i>Solanum</i>	<i>corneliomulleri</i>	2
6	<i>Solanum</i>	<i>galapagense</i>	5
7	<i>Solanum</i>	<i>habrochaites</i>	6
8	<i>Solanum</i>	<i>lycopersicum</i>	5
	<i>Solanum</i>	<i>Lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	9
9	<i>Solanum</i>	<i>neorickii</i>	3
10	<i>Solanum</i>	<i>pennellii</i>	5
11	<i>Solanum</i>	<i>pimpinellifolium</i>	5
Total accesiones			53

Tabla 8. Accesiones de tomate silvestre y asilvestrado adquiridas por donación del TGRC de Estados Unidos (2011)

En este grupo de materiales, existen 9 accesiones de la especie *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* de origen boliviano, los cuales poseen datos incompletos sobre su origen y fecha de colecta. Las accesiones correspondientes a especies silvestres provienen en su mayoría del Perú y Chile, y en menor proporción de Ecuador y Colombia.

Adicionalmente en la gestión 2011-2012, se recibió en calidad de donación por parte del Ing. Ruddy Meneses del Centro de Investigaciones en Forrajes “La Violeta”, tres accesiones correspondientes a la especie *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* (tabla 9) procedentes de la zona de los Yungas de La Paz.

Nº	Código de colecta*	Género	Especie	Fecha de colecta
1	RM001	<i>Solanum</i>	<i>Lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	12/04/2011
2	RM003	<i>Solanum</i>	<i>Lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	12/04/2011
3	RM004	<i>Solanum</i>	<i>Lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	13/04/2011

* RM = RuddyMeneses

Tabla 9. Accesiones y especies de tomate silvestre y asilvestrado adquiridas por donación del TGRC de Estados Unidos.

7.3.2. Adquisición por colecta.

A continuación se describen los resultados alcanzados en las exploraciones realizadas a lo largo de las rutas priorizadas para la colecta de germoplasma en base a los modelos Maxent y Bioclim antes descritos. Una descripción más detallada de los itinerarios de viaje y de las accesiones de germoplasma colectadas en cada una de las rutas, se encuentra en los informes de colecta de los Anexos III, IV, V y VI.

a) Ruta 1: Valles mesotermicos de Santa Cruz.

Entre el 23 y 27 de febrero de 2010, se realizó el recorrido en los Valles de Santa Cruz específicamente entre las localidades de Mataral, Vallegrande, Guadalupe, Pucara, La Higuera y El Trigal, en un rango altitudinal comprendido entre los 1600 y 2900 m. En dicho recorrido no se localizaron poblaciones de especies silvestres ni asilvestradas de tomate.

La vegetación en estos puntos, está compuesta en su mayoría de arbustos y árboles espinosos perennes o caducifolios, junto con algunas cactáceas y bromeliáceas (Navarro y Ferreira, 2007), cerca de las cuales se encuentran poblaciones silvestres de especies de papa tales como *Solanum avilesii*, *S. gandarillasii* y *S. neocardenasii*. El paisaje esta complementado por parcelas destinadas al pastoreo y ramoneo de ganado vacuno y caprino, así como de parcelas destinadas al cultivo de papa, maíz y tomate comercial (Figura 7). De acuerdo a datos climáticos de WorldClim (www.worldclim.org), los Valles de Santa Cruz presentan una temperatura minima de 6°C y una máxima de 25°C, con una precipitación promedio de 65 mm/mes.

Las entrevistas realizadas a agricultores de localidades próximas a la ruta de colecta, arrojaron resultados negativos ya que la totalidad de los entrevistados señalaron no haber visto plantas de tomate con las características de una especie silvestre.



Figura 7. Valles mesotérmicos de Santa Cruz

b) Ruta 2: Valles del Cono Sur de Cochabamba

La exploración de esta zona se realizó entre el 10 y 12 de marzo de 2010. Se visitaron las localidades de Omereque, Peña Colorada, Pasorapa, Tabacal, Zapallar, Ceivas, Chillijchi, Buena Vista y La Aguada.

Tampoco se pudo obtener referencias útiles en las entrevistas a agricultores ya que desconocen la existencia de estas especies silvestres, llegándolas a confundir con otras que producen frutos de color rojo o amarillo tales como tomate de árbol (*Cyphomandra* sp.) o tomatillo (*Physalis* sp.) pero con características morfológicas muy diferentes a las del tomate.

La vegetación de la zona está compuesta en su mayoría por árboles de hoja caduca, arbustos espinosos y abundantes cactáceas, entre las cuales se encuentran parcelas de producción de maíz, tomate y algunas cucurbitáceas como el zapallo y la sandía (Figura 8). Estos valles presentan una temperatura mínima de 7°C y una máxima de 26°C, y una precipitación mensual de 50 mm (WorldClim, 2011).

Durante el último día de estadía en la localidad de Pasorapa, se colectaron tres muestras de la especie asilvestrada *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* (CP003, CP004 y CP005) dentro de huertos de algunas casas de dicha localidad (Figura 9).



Figura 8. Valles del Cono Sur del Departamento de Cochabamba



Figura 9. Colectas de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* realizadas en los Valles del Cono Sur de Cochabamba

c) Ruta 3: Valles secos interandinos de los Yungas de La Paz

El recorrido de esta zona se realizó entre el 15 y 19 de marzo de 2010. Se visitaron las localidades de Sorata, Coajani, San Pedro, Cabracancha, Bajo Sutilaya y Milluhuaya.

En uno de ellos (situado en la ruta Sorata-Coajani) se localizó una población (CPL001) de la especie silvestre *Solanumchmielewskii*. Otras cinco poblaciones (CPL002, CPL004, CPL005, CPL006 y CPL007) de esta especie fueron localizadas en la ruta de Sorata hacia la localidad de Bajo Sutilaya (Figura 10). En esta misma ruta también se colectó una muestra de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* (CPL 003) cerca de la localidad de Coajani.

Las poblaciones silvestres colectadas se localizaron en la cuenca del Río San Cristóbal, en altitudes comprendidas entre los 1900 y 2500 m, en suelos sueltos arcillosos en algunos casos y pedregosos en otros, asociados a árboles de porte mediano como *Juglans soratensis* y *Erythrina falcata*, o arbustos pequeños espinosos como *Cleistocactus variispinus* y *Lythraea ternifolia* (Figura 11). Estos valles presentan una temperatura mínima de 12°C y una máxima de 26°C, y una precipitación media mensual de 110 mm (WorldClim, 2011).

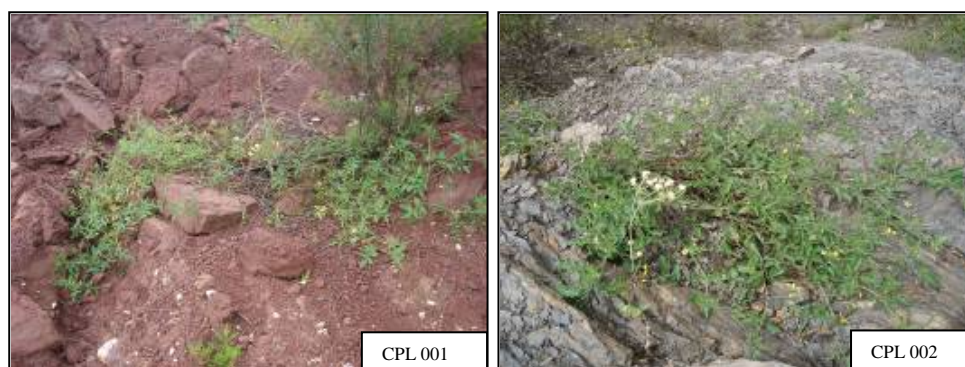


Figura 10. Poblaciones de *S. chmielewskii* localizadas en el primer viaje realizado en marzo de 2010



Figura 11. Valles secos interandinos de los Yungas de La Paz

Esta ruta fue recorrida nuevamente entre el 8 y 11 de abril de 2011, con el fin de localizar nuevas poblaciones de *S. chmielewskii*. Inicialmente se hicieron exploraciones a lo largo del camino antiguo que une las localidades de Sorata y Tacacoma, sin éxito alguno. Los pobladores de las comunidades ubicadas en este trayecto desconocen la existencia de esta especie silvestre.

Posteriormente se exploró la cuenca del Río San Cristóbal, en donde se localizaron tres nuevas poblaciones de la especie silvestre *S. chmielewskii* (PL001, PL002, PL003) de las cuales solo dos presentaban frutos maduros (Figura 12). Exploraciones en zonas próximas a esta cuenca arrojaron resultados negativos, al igual que las entrevistas realizadas a

pobladores de diferentes comunidades (Villa Peñaranda, Quiabaya) quienes si bien aseguran haber visto plantas de tomate no recuerdan los sitios precisos en donde se hallan localizadas estas.



Figura 12. Poblaciones de *S. chmielewskii* localizadas en el segundo viaje realizado en abril de 2011

Una última exploración se realizó entre el 3 y 9 de marzo de 2012, llegando hasta la localidad de Mocomoco situada en la cuenca del Río Mocomoco que confluye con el Río San Cristóbal formando el Río Llica. Cerca de las comunidades de AjialInqa y AjialMollebamba se localizaron poblaciones de las especies *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* (CPL008, CPL009) y *S. chmielewskii* (CPL010) (Figura 13).

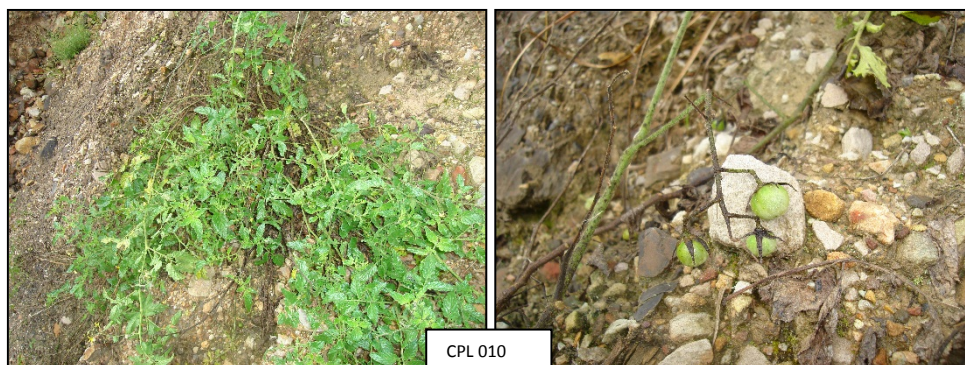


Figura 13. Población de *S. chmielewskii* localizada en el tercer viaje realizado en marzo de 2012

Los ejemplares herborizados de las poblaciones localizadas durante el primer viaje, fueron enviados al Herbario Nacional de Bolivia (BLV) para su montaje y posterior registro.

d) Ruta 4: Valles de Chuquisaca

Esta ruta fue recorrida entre el 22 y 25 de marzo de 2010, comprendiendo las localidades de Zudáñez, San Antonio, Tomina, Padilla, Mojotorillo, Campo Redondo, Padilla,

Monteagudo, San Miguel de las Pampas, Muyupampa e Iboperenda. En el recorrido realizado en el departamento de Chuquisaca no se localizaron especies silvestres de tomate pero si se colectaron 13 muestras de la especie asilvestrada *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* (Figura 14) la cual crece de manera abundante en las proximidades de las viviendas y en parcelas de cultivo de forma asociada.



Figura 14. Plantas de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* colectadas en la localidad de Mojotorillo, Chuquisaca.

e) Ruta 5: Yungas de La Paz

Esta ruta fue cubierta en dos viajes realizados durante el primer semestre de 2011.

El primer viaje se realizo entre el 14 y 19 de febrero, y comprendió un recorrido a lo largo de las localidades de Coroico, Carmen Pampa, Munaypata, Cruz Loma, Arapata, Trinidad Pampa, Coripata, Huayrapata, Los Anguias, Puente Villa, Sacahuaya, Yanacachi, Villa Aspiazu, Ticuniri, Puente Villa, Chirca, Chulumani, Irupana, Laza, Chicaloma, La Planta, La Plazuela, Limombado, Villa Barrientos, Cañamina, Circuata, Agua Rica, Cajuata, Tojra, Suri, Licoma, Charapaxi, Pullchiri, Inquisivi y Quime.

A lo largo del recorrido se tomo contacto con gente del lugar para localizar poblaciones de tomate silvestre, utilizando como ayuda las ilustraciones de la publicación de Peralta *et al.* (2008). Resultado de ello solo se obtuvo información de la especie *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* la cual se encuentra ampliamente distribuida en la zona de los Yungas y es conocida comúnmente con el nombre de tomate “chilto”. En total se colectaron 37 muestras de esta especie (Figura 15), la mayoría de ellas con frutos de forma redonda y de color rojo.



CMP
003



CMP
009

Figura 15. Muestras de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* colectadas durante el primer viaje hacia la zona de los Yungas de La Paz

El segundo viaje se realizó entre el 31 de mayo y el 7 de junio de 2011, y comprendió las localidades de Inquisivi, Sita, Charapaxi, Licoma, Circuata, Irupana, Chicachoropata, Pahuata, Isquircani, Villa Remedios, Tajma, Arrozal, Villa Barrientos, Yanamayú, Chamaca, Tunquini, La Asunta, Río Seco, Charía, Cotapata, San Pablo, Puerto Rico, Bolívar Villamontes, Choronta, Carrasco, km 52, Sapecho, Palos Blancos, San Antonio, Puerto Carmen, Agua Dulce, Mototoy, Palos Blancos, Tucupi, Inicua, Delicias, Sillar, La Cascada, Quiquibey, Yucumo, Río Colorado y Rurrenabaque.

En este viaje se colectaron un total de 21 muestras de la especie *S. lycopersicum* var. *Cerasiforme* (única existente en la zona) también de frutos rojos y redondos (Figura 16).



PCM
009



PCM
018

Figura 16. Muestras de germoplasma de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* colectadas en la Ruta V (Bosques yungueños húmedos de La Paz y Beni)

La zona de los Yungas se caracteriza por su vegetación siempreverde con una temperatura mínima de 15°C y una máxima de 32°C, con una precipitación promedio mensual de 125 mm (Navarro y Ferreira, 2007; WorldClim, 2011).

7.4. Adquisición de germoplasma en Perú.

Se posee información en presentaciones power point, respecto a las colectas y zonas abarcadas por Perú en sus expediciones. No existe información adicional suministrada por INIA-Perú.

7.5. Adquisición de germoplasma de tomate en Chile.

En Chile habitan especies de tomate silvestre muy importantes desde el punto de vista de resistencia a estrés abiótico y biótico. Todas ellas poseen altos grados de alogamia y a su vez autoincompatibilidad. Esto les confiere una gran diversidad genética. A su vez estas especies presentan barreras geográficas y genéticas que impiden la hibridización interspecífica. Las actividades de colecta en Chile se concentraron en las regiones II y XV correspondientes a Antofagasta y Arica y Parinacota, respectivamente (figura 17). La región de Arica y Parinacota fue visitada en una primera expedición que comprendió 10 días en mayo del año 2010 (tabla 10). Esta consideró la exploración de diversas quebradas, entre ellas las del río Lluta, hasta llegar al poblado de Putre, donde se encontró la población más importante de *Solanum lycopersicoides*. Así también se exploraron las quebradas de Camarones y Camiña, los valles de Codpa y desde Huara al valle de Sibaya y el camino a Usmagama, entre otras localidades. La especie de tomate silvestre más abundante fue *Solanum chilense*, mientras que se identificaron otras dos poblaciones de *Solanum lycopersicoides* y algunas pocas de *Solanum peruvianum* en el camino que sube por la quebrada del río Lluta.



Figura17. Colecta de tomate en primera región de Arica y Parinacota.

La segunda expedición consideró un periodo de 10 días y fue realizada durante febrero del año 2014 (tabla 10), explorando la región de Antofagasta y concentrándonos en las provincias del Loa y Antofagasta, en localidades cercanas a Calama, San Pedro de atacama y Tal Tal (figura 18). Las principales especies colectadas en esta región comprendieron *Solanum chilense*, incluyendo materiales colectados en zonas costeras y *Solanum sitiens* en los sectores cercanos a Chuquicamata y Sierra gorda.



Figura 18. Segunda colecta comprendida en la región de Antofagasta.

Tabla 10. Colecta germoplasma de tomate en Chile 2010 y 2014.

Especie	Región	N° Accesoión	Fecha colecta
<i>S. peruvianum</i>	XV Arica y Parinacota	5	Mayo 2010
<i>S. chilense</i>	XV Arica y Parinacota	94	Mayo 2010
<i>S. lycopersicoides</i>	XV Arica y Parinacota	63	Mayo 2010
<i>S. peruvianum</i>	II Antofagasta	2	Febrero 2014
<i>S. chilense</i>	II Antofagasta	32	Febrero 2014
<i>S. sitens</i>	II Antofagasta	7	Febrero 2014
<i>S. lycopersicoides</i>	II Antofagasta	18	Febrero 2014
TOTAL DE ACCESIONES: 221			

7.6. Caracterización de colecciones de Germoplasma en Bolivia.

7.6.1. Caracterización morfológica.

Los valores para los caracteres morfológicos a nivel de hoja, flor y fruto, medidos en los diferentes grupos de materiales establecidos en las gestiones 2010-2011, 2011-2012 y 2012-2013, se detallan en las tablas 1,2 y 3 del anexo I.

A partir de los grupos formados en el Análisis de Componentes Principales, se realizó un análisis de conglomerados para observar la agrupación y la similitud entre accesiones.

El dendograma generado en base a los datos de las tres gestiones (Figura 1 del anexo I) muestra una estructura claramente definida conformada por dos grandes grupos (I y II).

El Grupo I se subdivide a su vez en dos subgrupos:

- Subgrupo 1.1: conformado por todas las accesiones de *S. chmielewskii* colectadas en los valles de La Paz (CPL001, CPL004, CPL005, CPL006, CPL 007, PL 002, CPL010), las cuales muestran una alta similaridad con las accesiones adquiridas por donación de *S. neorickii* (LA1716, LA2133, LA2319) y *S. chmielewskii* (LA1028, LA2695, LA2680). Las accesiones de este subgrupo se caracterizan por poseer tallos densamente pubescentes, frutos de forma redonda, de 11 a 18 mm de tamaño y color interior verde.
- Subgrupo 1.2: conformado íntegramente por accesiones de la especie asilvestrada *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*, adquiridas mediante colecta y donación, las cuales muestran una alta similaridad entre ellas. Los caracteres morfológicos distintivos de este subgrupo, son los tallos escasamente pubescentes, frutos de forma oblonga, de 20 a 30 mm de tamaño y color interior rojo.

El Grupo II, al igual que el subgrupo 1.2, está conformado por accesiones de la especie asilvestrada, todas adquiridas mediante colecta. Las accesiones de este grupo presentan tallos con pubescencia mixta, frutos de forma ligeramente achatada a redonda, de más de 30 mm de tamaño y color interior verde.

Respecto a los materiales silvestres colectados en los Valles Secos Interandinos de los Yungas de La Paz, se hicieron comparaciones de su morfología floral con la de accesiones de *S. chmielewskii* y *S. neorickii* adquiridos por donación.

Se observaron similitudes entre estos y las accesiones de la primera especie, especialmente en cuanto al tamaño de la flor y la forma de la corola. Otra característica observada fue la posición exerta (sobresalida) del estigma respecto al cono formado por las anteras, la cual es particular de la especie *S. chmielewskii* y que la distingue de su especie hermana *S. neorickii* cuyas flores presentan un estigma inserto dentro el cono formado por las anteras (Peralta *et al.*, 2008).

Estas similitudes morfológicas permiten concluir que los materiales colectados en el Departamento de La Paz, corresponden a la especie *S. chmielewskii*.



Figura 19. Posición del estigma (exerto) en flores de *S. chmielewskii* provenientes de materiales provenientes de colecta y donación, comparados con flores de *S. neorickii* en donde el estigma permanece inserto.

7.6.2. Caracterización molecular.

La extracción de ADN de accesiones de tomate silvestre mediante el protocolo CTAB 2X, permitió la obtención de muestras de buena calidad y cantidad, obteniéndose valores de entre 50 y más de 100 ng/ μ L, al visualizarse con Syber-green en gel de agarosa al 1% (Figura 22).

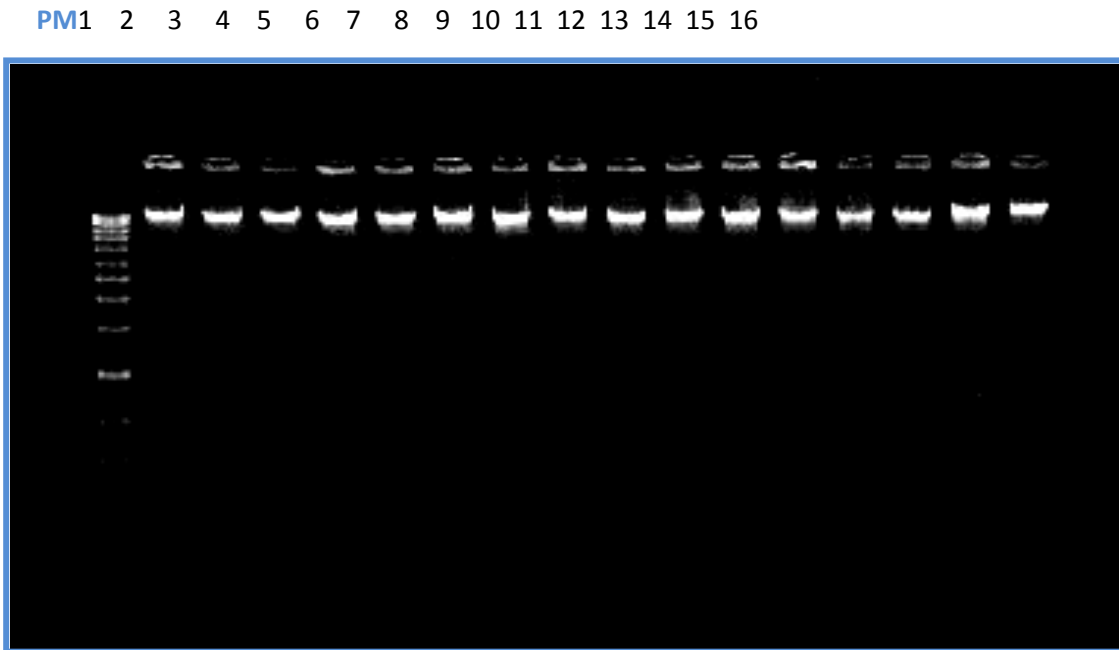


Figura 20. ADN genómico de tomate silvestre (16 primeras muestras) extraído por el método CTAB 2X (Doyle and Doyle, 1990) y visualizado en gel de agarosa al 1%

a) Frecuencias alélicas y número de alelos generados

El número de alelos generados por microsatélite es variable y va de 5 a 17, con valores por encima de los 150 pares de bases (pb). En general se trata de fragmentos pesados tal como se observa en detalle en tabla 11.

Tabla 11. Frecuencias alélicas para los 13 marcadores microsatélites empleados en el análisis de diversidad genética de accesiones de tomate silvestre y asilvestrado.

Iniciador	Nº	Frecuencia Alélica	Alelos en pb	Iniciador	Nº	Frecuencia Alélica	Alelos en pb
LEVCOH15	1	0.0240	167	SSR63	1	0.2756	204
	2	0.0480	169		2	0.0630	216
	3	0.0160	171		3	0.3386	224
	4	0.1840	173		4	0.0472	226
	5	0.0160	175		5	0.1732	230
	6	0.2560	177		6	0.0236	232
	7	0.0400	179		7	0.0472	234
	8	0.0560	181		8	0.0315	240
	9	0.0240	185		1	0.0088	226
	10	0.2960	187		2	0.7699	229
	11	0.0080	189		3	0.0354	233
	12	0.0160	201		4	0.0619	235
SSR318	13	0.0160	207	5	0.0265	237	
	1	0.0720	268	6	0.0796	241	
	2	0.1840	278	7	0.0177	265	
	3	0.0560	280	1	0.2131	221	
	4	0.0240	284	2	0.0246	223	
	5	0.1120	288	3	0.3443	229	
	6	0.0480	290	4	0.2705	231	
SSR333	7	0.5040	294	5	0.0738	233	
	1	0.0136	212	6	0.0246	235	
	2	0.0204	218	7	0.0246	245	
	3	0.1565	220	8	0.0246	248	
	4	0.4150	222	1	0.0226	176	
	5	0.0340	224	2	0.3083	182	
	6	0.0884	230	3	0.4060	185	
	7	0.0680	232	4	0.1203	191	
	8	0.0408	236	5	0.1203	194	
	9	0.0272	238	6	0.0226	197	
	10	0.0272	240	1	0.0178	155	
	11	0.0136	242	2	0.0178	159	
	12	0.0204	246	3	0.1065	161	
	13	0.0068	252	4	0.1716	175	
	14	0.0136	256	5	0.0118	177	
	15	0.0068	260	6	0.0473	185	
	16	0.0408	262	7	0.2544	187	
SSR349	17	0.0068	266	8	0.0355	189	
	1	0.0541	249	9	0.0059	191	
	2	0.2072	253	10	0.2189	193	
	3	0.0811	255	11	0.0592	195	
	4	0.6486	257	12	0.0473	211	
SSR383	5	0.0090	261	13	0.0059	221	
	1	0.1224	206	1	0.2936	173	
	2	0.0680	220	2	0.0459	175	
	3	0.1224	222	3	0.0092	177	
	4	0.1769	229	4	0.0826	184	
	5	0.0476	231	5	0.0183	193	
	6	0.2109	258	6	0.0367	195	
	7	0.2313	260	7	0.0092	201	
	8	0.0204	262	8	0.0275	207	
	1	0.1812	205	9	0.1376	209	
	2	0.0145	207	10	0.1284	211	
	3	0.0362	209	11	0.1468	229	
4	0.0435	217	12	0.0459	233		
5	0.2029	221	13	0.0183	237		
6	0.3188	223	1	0.2030	191		
7	0.0072	225	2	0.0677	195		
8	0.0072	233	3	0.0376	203		
9	0.1232	242	4	0.2256	205		
10	0.0072	251	5	0.1805	207		
11	0.0145	253	6	0.2857	209		
12	0.0435	266					

b) Contenido de información polimórfica y heterocigosidad

Según tabla 12, los marcadores con mayor número de alelos son SSR333-F con 17 alelos, TOM236 con 13 alelos, TOM188 con 13 alelos, TOM49 con 12 alelos y LEVCOH15-F con 13 alelos. Los marcadores de menor número de alelos son el marcador SSR349 con 5 alelos, TOM184 con 6 alelos y el marcador SSR47 con 6 alelos.

Tabla 12. Número de alelos, número efectivo de alelos (Ae), contenido de información polimórfica (PIC) y nivel de heterocigosidad (H) para marcadores microsatélites utilizados para estudios de diversidad genética en accesiones de tomate silvestre y asilvestrado

Nº	Locus	Nº alelos	Ae	PIC	H
1	LEVCOH15	13	5,09	0,78	0,80
2	SSR318	7	3,21	0,66	0,69
3	SSR333	17	4,62	0,77	0,78
4	SSR349A	5	2,11	0,48	0,53
5	SSR383	8	6,00	0,81	0,83
6	SSR47	6	4,71	0,75	0,79
7	SSR63	8	4,34	0,74	0,77
8	SSR96	7	1,65	0,38	0,39
9	TOM152	8	4,08	0,72	0,76
10	TOM184	6	3,45	0,66	0,71
11	TOM188	13	6,11	0,82	0,84
12	TOM236	13	6,36	0,83	0,84
13	TOM49	12	5,09	0,78	0,80

La tabla 12 muestra también los valores de Ae, PIC y H para los 13 microsatélites, donde se observa que el iniciador Tom236 muestra el valor más elevado para PIC y H (0.83 y 0.84 respectivamente) siendo el iniciador que revela mayor índice de polimorfismo para las accesiones de tomate, con un total de 13 alelos que van de 173 a 237 pb, valores similares a los encontrados por Yang *et al.* (2004) y Forrest (2008).

El iniciador con el valor más bajo corresponde al SSR 96 con valores de 0.38 y 0.39 para PIC y H respectivamente, seguido del marcador SSR349 con valores de 0.48 y 0.53. Ambos iniciadores generaron buenos resultados para estudios de diversidad genética en tomate cultivado (*S. lycopersicum*) y algunas especies silvestres (*S. pimpinellifolium*, *S. habrochaites* y *S. pennelli*) realizados por Forrest (2008). En dicho estudio no se incluyeron las especies silvestres *S. neorickii* y *S. chmielewskii*.

c) Análisis de conglomerados

El dendrograma global generado en base a los resultados de las gestiones 2010-2011 y 2011-2012 (Figura 2 de anexo I) muestra una estructura genética bien definida ya que se pueden distinguir dos grupos claramente definidos genéticamente, los cuales corresponden a la especie *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* (Grupo I) y a las especies *S. chmielewskii* y *S. neorickii* (Grupo II).

En el Grupo I (Figura 3 anexo I) se distinguen a su vez varios subgrupos formados por accesiones colectadas en Bolivia y accesiones repatriadas del TGRC Davis, lo cual denota una amplia diversidad genética, con un coeficiente de similitud entre 0.6 y 0.7. Esto contrasta con los resultados obtenidos por Arias *et al.* (2010) y Peteira *et al.* (2001) quienes reportan una baja diversidad genética en materiales de la especie *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*.

El análisis de conglomerados permitió también identificar accesiones potencialmente duplicadas dentro este grupo, como es el caso de las accesiones CL001-CL002-CL012, CL011-CL013, CMP017-CMP031, PCM019-PCM021, y PCM003-PCM004.

Por otra parte, las accesiones CL005, CL008 y CL010 (adquiridas por colecta) presentan una similitud genética con las accesiones LA2076, LA2077, LA2807 y LA2871 (adquiridas por donación) esto debido a que ambos grupos provienen de la zona de los Yungas de La Paz y Beni, excepto LA2696 la cual proviene de Colombia.

En relación a las accesiones LA2095 proveniente de Ecuador y LA1385 de Perú (adquiridas por donación) presentan una distancia genética alejada con relación al resto de las accesiones.

En el dendrograma del Grupo II (Figura 4 anexo I) conformado por accesiones silvestres, se puede observar que en este grupo se incluye la accesión LA2660 identificada como *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*. Esto podría explicarse asumiendo que esta accesión es una forma transicional entre la silvestre y la asilvestrada.

Una característica de esta accesión es que la longitud del fruto es muy reducida (8.6 mm), lo cual a su vez es una característica de la naturaleza silvestre de una planta (Rodríguez *et al.*, 2011) que menciono que mientras más pequeño el fruto tiende a ser mas silvestre.

Respecto a la accesión CPL007 colectada en la gestión pasada y que en principio se había identificado como *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*, se comprobó que esta corresponde a una especie silvestre, probablemente *S. chmielewskii*. Este error en la identificación de esta accesión, se debió a una equivocación en la siembra de la gestión pasada.

Finalmente, la accesión PL002 colectada en abril de 2011, también se encuentra dentro de este grupo por lo que se confirma su naturaleza silvestre, correspondiendo a la especie *S. chmielewskii*.

7.6.3. Evaluación de tolerancia a estrés hídrico.

A continuación se presentan los resultados obtenidos en la evaluación de accesiones de tomate silvestre y asilvestrado a condiciones de estrés hídrico, realizada en las gestiones 2011-2012 y 2012-2013.

Los resultados de la última gestión corresponden a dos tratamientos: riego normal (R0) y estrés moderado (R1). Se descarto el tratamiento de estrés severo (R2) debido al poco material vegetal disponible.

a) Variables morfológicas.

Los valores de las variables longitud de tallos (LT) y número de frutos (NF) medidos en cada gestión, se encuentran en el Anexo I.

La diferenciación estadística de los valores medios de cada variable, se realizó a través del test de Student-Newman-Keuls al 95% de probabilidad. En tabla 13, se observa la comparación estadística de las medias de las primeras 10 accesiones.

Según este cuadro, en la gestión 2011-2012, se destacaron tres accesiones del tomate asilvestrado *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* (CP 003, CP 005 y CPL 003), las cuales presentan valores mayores para ambas variables con respecto resto de los materiales evaluados.

En R1 las accesiones CP 003 y CP 005 alcanzan valores altos de longitud de tallo (44.8, 43.0) y número de frutos formados a la cosecha (9.3, 3.3). Similar tendencia se observa en ambas accesiones bajo condiciones de estrés severo, sin embargo solo CP 003 logra formar frutos y acumular un mayor contenido de materia seca total con relación a CP 005.

Tabla 13. Valores promedio de longitud de tallos y número de frutos (NF) de accesiones de tomate evaluadas a diferentes regímenes de riego en la gestión 2011-2012

Gestión		R0		R1		R2			
2011-2012		Media		Media		Media			
Longitud tallos									
1	CP 003	49.3	a	CP 003	44.8	a	CP 003	27.7	a
2	CP 005	40.6	b	CP 005	43.0	b	CP 005	26.5	b
3	CPL 003	37.8	d	CPL 003	39.5	c	CPL 003	22.9	c
4	CL 014	36.3	d	CL 009	33.2	d	CL 009	21.8	d
5	CL 001	36.3	d	CL 007	32.2	de	CL 014	20.7	de
6	CL 005	36.2	d	CL 005	32.1	de	CL 007	20.0	de
7	CL 009	35.7	de	CL 014	31.8	de	CL 005	19.9	de
8	CL 007	32.7	de	CL 001	31.6	de	CMP 014	18.5	ef
9	CMP 014	31.9	ef	CMP 014	28.3	ef	CL 013	16.6	fg
10	CL 013	29.7	fg	CL 013	27.6	fg	CL 001	16.4	fg
Número de frutos									
1	CP 003	41.7	a	CP 003	9.3	a	CP 003	3.3	a
2	CPL 003	36.0	b	CP 005	3.3	b	CPL 003	0.7	b
3	CP 005	17.3	c	CPL 003	0.0	c	CL 005	0.1	c
4	PCM 017	12.3	d	PCM 017	0.0	d	PCM 020	0.1	d
5	CL 001	6.8	e	CL 001	0.0	e	CP 005	0.0	e
6	PCM 020	6.3	e	PCM 020	0.0	e	PCM 017	0.0	e
7	CL 005	5.6	ef	CL 005	0.0	ef	CL 001	0.0	ef
8	PCM 006	4.7	efg	PCM 006	0.0	efg	PCM 006	0.0	efg
9	CMP 034	4.5	efg	CMP 034	0.0	efg	CMP 034	0.0	efg
10	CMP 016	4.0	efgh	CMP 016	0.0	efgh	CMP 016	0.0	efgh

* R0 = Riego normal, R1 = Estrés moderado, R2 = Estrés severo

**Prueba de Student-Newman-Keuls (p<0.05). Letras iguales indican similitud estadística.

Estas accesiones proceden de la zona de los Valles del Cono Sur de Cochabamba, lugar caracterizado por su aridez y prolongados periodos de sequia.

En la gestión 2012-2013 (tabla 14), nuevamente la accesión CP003 (*S. lycopersicum* var. *cerasiforme*), junto con las accesiones LA1584 (*S. pimpinellifolium*), PL002 y LA2680 (*S. chmielewskii*), presentaron los valores mas elevados de LT y NF bajo condiciones de estrés moderado (R1). Otra accesión interesante, es LA0421 (*S. cheesmaniae*) la cual presenta un

alto número de frutos formados pese a que la altura de planta estuvo por debajo de los 56 cm, ya que se trata de una especie de hábito de crecimiento determinado.

La accesión PL002 (*S. chmielewskii*) fue colectada en los Valles Secos Interandinos del Departamento de La Paz, caracterizada por una prolongada época seca (abril-octubre)

Tabla 14. Valores promedio de longitud de tallos y número de frutos (NF) de accesiones de tomate evaluadas a diferentes regímenes de riego en la gestión 2012-2013

Gestión	R0		R1	
	Media		Media	
2012-2013				
<i>Longitud tallos</i>				
1 LA2695	86	a	LA1584	93 a
2 LA1973	79	b	PL002	89 b
3 LA1584	79	b	LA2680	87 b
4 RIO FUEGO	78	b	CP003	81 cd
5 LA2680	76	c	LA1547	80 cd
6 PCM017	75	cd	LA1973	80 cd
7 PL002	75	cd	LA2930	80 cd
8 CPL001	74	cd	CPL001	79 cde
9 LA1578	74	cd	LA1910	77 cde
10 CP003	74	cd	LA2133	77 cde
<i>Número de frutos</i>				
1 LA0421	90	a	LA0421	22 a
2 LA1584	35	bc	LA1578	19 b
3 LA1578	31	bc	LA2930	18 bc
4 PL002	18	bcd	CPL002	17 bc
5 CPL004	14	bcde	CPL004	14 bcd
6 LA3842	14	bcde	PL002	12 bcde
7 LA2695	14	bcde	PCM017	12 bcde
8 CP003	13	bcde	RM001	11 bcde
9 LA2133	10	bcdef	LA1584	11 bcde
10 LA2680	10	bcdef	LA2680	11 bcde

* R0 = Riego normal, R1 = Estrés moderado, R2 = Estrés severo

**Prueba de Student-Newman-Keuls (p<0.05). Letras iguales indican similitud estadística.

b) Análisis enzimáticos.

Gestión 2011-2012

Los valores registrados en la evaluación de la actividad enzimática de germoplasma de tomate bajo condiciones normales (R0) y de estrés moderado (R1), se detallan en el Anexo VIII.

La evaluación de la actividad enzimática (de enzimas antioxidantes) indica la capacidad de detoxificar el H₂O₂ en las plantas, entonces si la actividad enzimática es elevada respecto del control, significa que la planta tiene la capacidad de eliminar estas ROS y, por lo tanto, puede considerarse como tolerante.

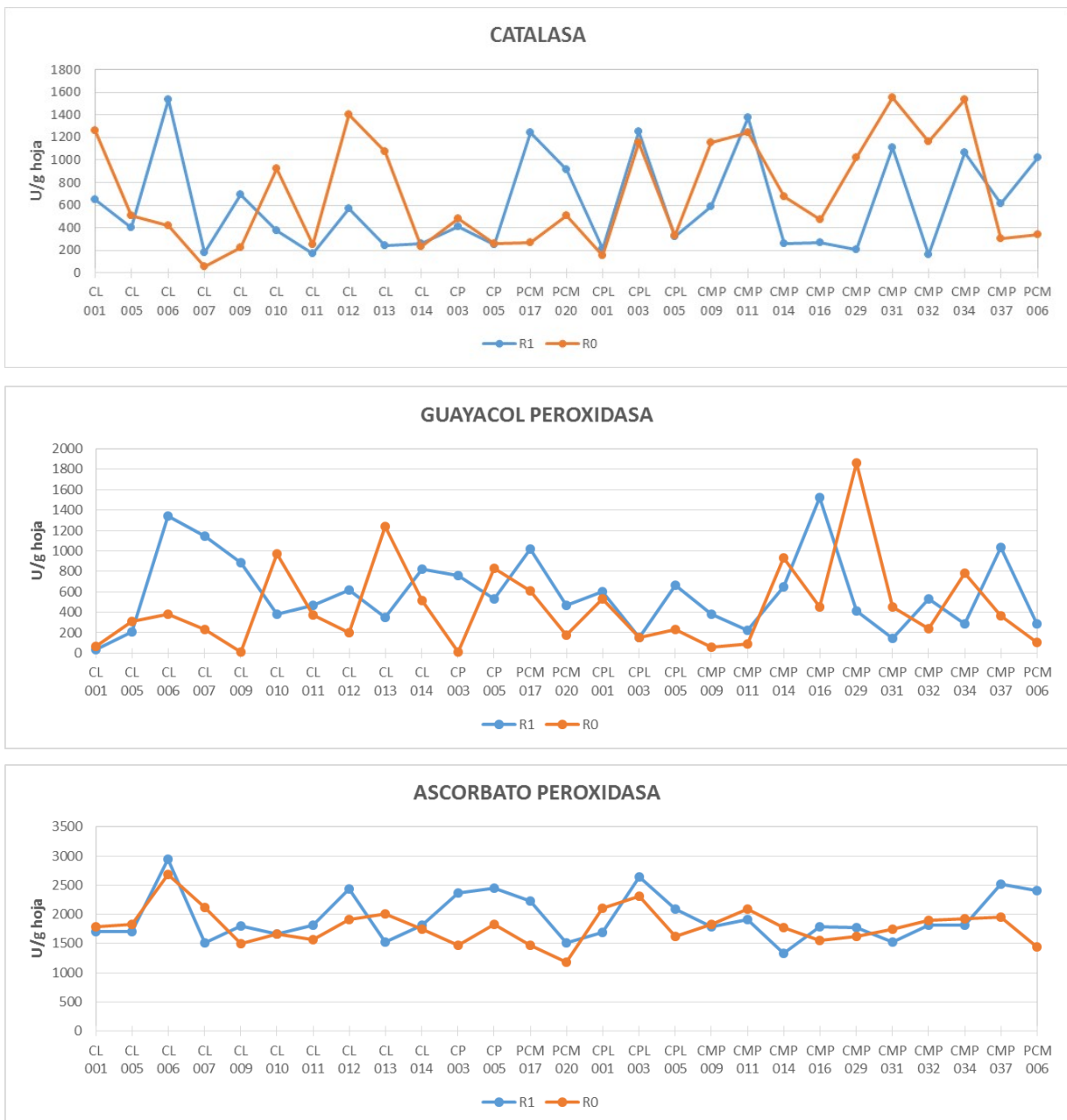


Figura 21. Actividad enzimática de accesiones de tomate silvestre bajo dos regímenes de riego (2011-2012)

De acuerdo a la Figura 21, las accesiones CL006, CL007, CL009, PCM006, PCM017 y PCM020 mostraron una actividad enzimática elevada bajo estrés hídrico (R1) con respecto del tratamiento con riego normal (R0), constituyéndose en materiales potencialmente tolerantes a este factor.

Con relación a la permeabilidad cuticular, la tabla 4 del anexo I, muestra los porcentajes de clorofila extraída en diferentes intervalos de tiempo, de las accesiones sometidas a estrés hídrico. Se observa que las accesiones que presentaron una elevada actividad enzimática bajo condiciones de estrés (CL006, CL007, CL009, PCM006, PCM017 y PCM020), todas presentan porcentajes altos de clorofila extraída lo cual implica que esta posee una baja permeabilidad cuticular confirmando su condición de materiales potencialmente tolerantes a estrés hídrico.

Gestión 2012-2013

Los valores registrados en la evaluación de la actividad enzimática de germoplasma de tomate bajo condiciones normales (R0) y de estrés hídrico (R1), se detallan en el Anexo II.

En esta gestión se identificó otro grupo de accesiones potencialmente tolerantes a estrés hídrico. De acuerdo a las Figuras 22 y 23, las accesiones RM001 (*S. lycopersicum* var. *cerasiforme*), PL001 (*S. chmielewskii*), PCM017 (*S. lycopersicum* var. *cerasiforme*), LA3842 (*S. lycopersicum*), LA2133 (*S. neorickii*), LA2172 (*S. arcanum*), CL006 y CP003 (*S. lycopersicum* var. *cerasiforme*), mostraron una actividad enzimática significativamente superior, (especialmente en las enzimas Guayacol peroxidasa y Superóxido dismutasa) bajo condiciones de estrés, con relación al resto de accesiones evaluadas y también con respecto al tratamiento testigo.

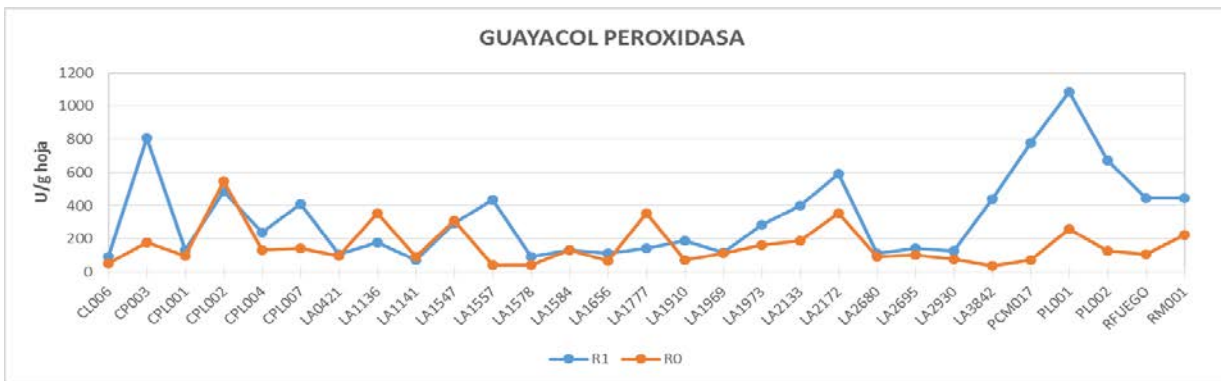
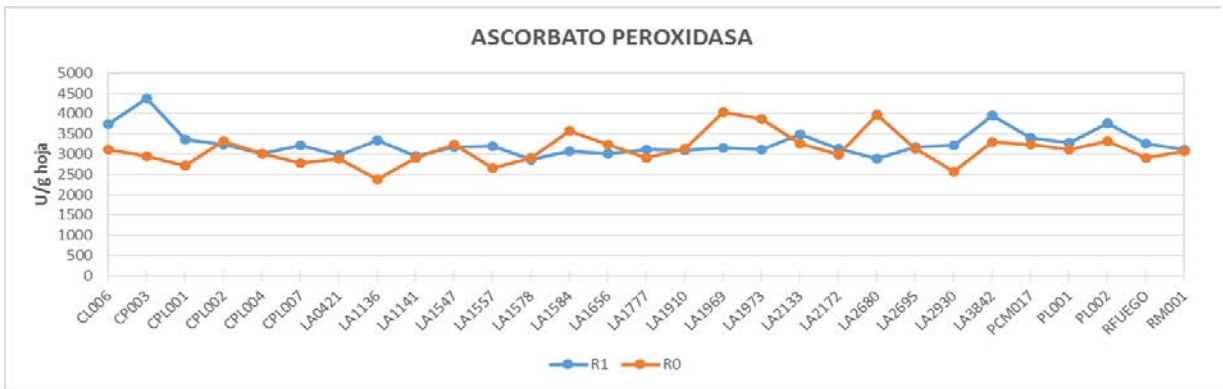
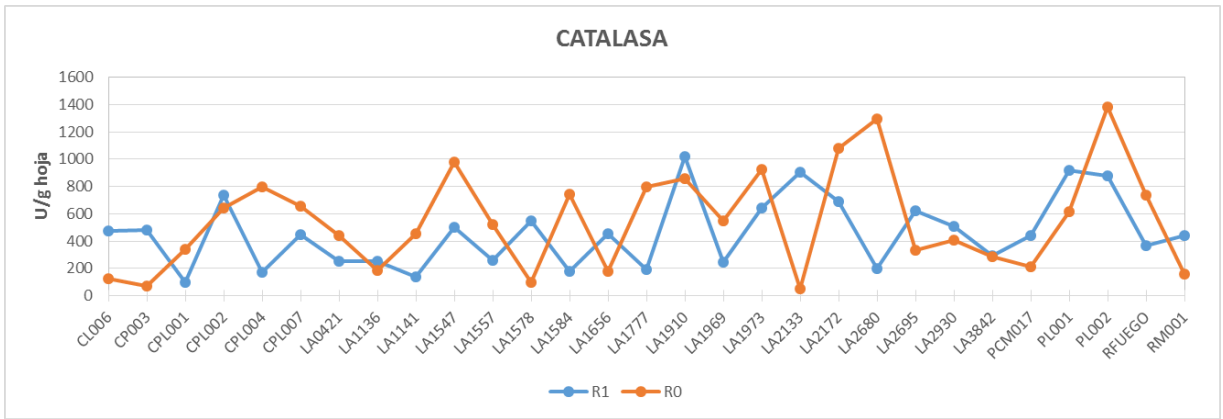


Figura 22. Actividad enzimática de accesiones de tomate silvestre bajo dos regímenes de riego (2012-2013)

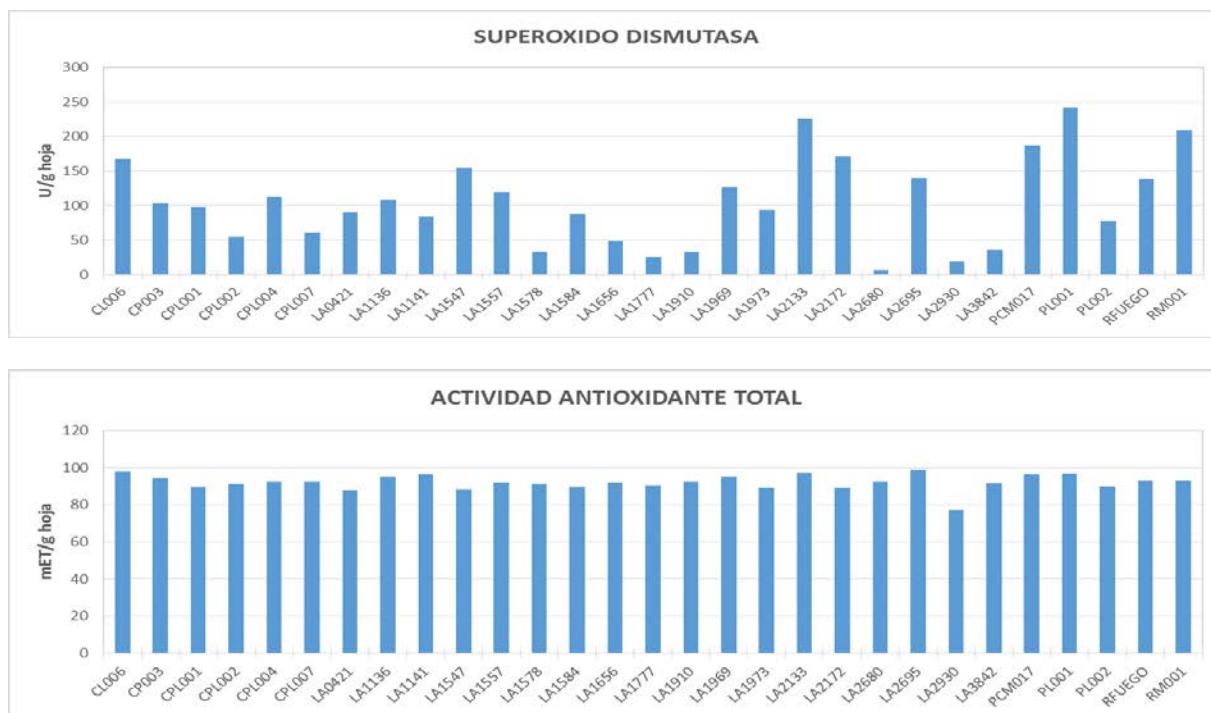


Figura 23. Superóxido Dismutasa y Actividad Antioxidante Total en accesiones de tomate silvestre sometidas a estrés hídrico (2012-2013)

Las accesiones PL001, CL006 y CP003, provienen de diferentes ecologías de Bolivia caracterizadas por precipitaciones reducidas y concentradas en un periodo de 4 a 5 meses (noviembre-marzo). La primera accesión, fue colectada en los Valles Secos Interandinos de La Paz, en donde las precipitaciones alcanzan un promedio anual de 100 mm. Por otro lado, CL006 fue colectada en los Valles centrales de Chuquisaca transicionales hacia la zona del Chaco boliviano, donde la precipitación alcanza un promedio de 75 mm/año. Finalmente, CP003 fue colectada en los Valles del Cono Sur de Cochabamba, caracterizada por periodos prolongados de sequis por su escasa precipitación anual (45 mm/año).

7.6. 4 Evaluación de resistencia a patógenos.

Gestion 2011-2012

Los resultados de la evaluación de la resistencia o susceptibilidad a enfermedades de las 31 accesiones establecidas en campo, se detallan en el tabla 5 anexo I.

A excepción de CMP016 y CMP032, el resto de las accesiones fueron susceptibles a Tospovirus en campo presentando la sintomatología clásica de anillos necróticos concéntricos en el follaje (Figura 24). Realizada la serología (DAS ELISA) con antisueros de procedencia americana, se ha evidenciado que el virus predominante en esta zona corresponde al Groundnut Ringspot Virus y el Tomato Chlorotic Spot Virus con un 75% de predominancia sobre el 20 % de TCSV.



Figura 24. Sintomatología de Tospovirus (virus GRSV/TCSV) en plantas de tomate en campo.

Las observaciones en campo detectaron una baja incidencia de *Botrytis* y *Xanthomonas* en el ensayo. En el primer caso, solo la accesión CL007 presento daños en el tallo, mientras que para el segundo, las accesiones CL007, CL008 y CL009 presentaron síntomas a nivel de follaje.

Todas las accesiones fueron susceptibles a tizón tardío (*Phytophthora infestans*), *Pseudomonas syringae* y tizón temprano (*Alternaria solani*), cuya sintomatología se manifestó a nivel de hojas y tallos. En el caso de *Pseudomonas syringae*, ésta también se manifestó a través de manchas en frutos de todas las accesiones. Las manchas corchosas (Figura 25) típicas de tizón sólo se observó en la accesión CMP 023.



Figura 25. Manchas corchosas en frutos de tomate ocasionados por tizón (*Phytophthora infestans*)

Del total de accesiones evaluadas en campo, seis tuvieron más del 40% de severidad (CL007, CMP014, CMP023, PCM006, CMP032 y CMP034), considerándose por lo tanto como susceptibles a *Pseudomonas syringae*; once fueron susceptibles a tizón (CL012,

CPL003, CP003, CP005, CL003, CL005, CL006, CMP035, CMP014 y CMP023), y solo una a *Alternaria solani* (CL003). Solo tres accesiones (CL003, CMP014 y CMP023) fueron susceptibles a más de un factor.

La prueba de DAS-ELISA para peste negra (virosis), comprobó que todos los genotipos son susceptibles a esta enfermedad, con excepción de las accesiones PCM016 y CMP032. La serología se confirma con los síntomas típicos que manifiestan las plantas: anillos necróticos en follaje (tercio apical principalmente) y posterior muerte de la planta completa previa antocianescencia. No se observaron síntomas en los frutos.

El virus predominante en la zona donde se implemento el ensayo, corresponde al Groundnut Ringspot Virus (GRSV) y el Tomato Chlorotic Spot Virus (TCSV) con un 75% de predominancia del primero sobre el 20 % de TCSV. Por literatura se sabe que los dos primeros tienen amplia distribución en países sudamericanos.

Las 32 accesiones evaluadas mediante la prueba de foliolos sueltos resultaron ser susceptibles a oidiosis.

Gestión 2012-2013

Concluidas las evaluaciones a tizón (*P. infestans*), solo tres accesiones: LA0421 (*S. cheesmaniae*), LA2172 (*S. arcanum*) y PCM017 (*S. lycopersicum* var. *cerasiforme*) no presentaron síntomas de este patógeno (Tabla 6 anexo I), por lo que se las podría considerar como inmunes a éste. Las dos primeras accsiones provienen de Ecuador y Perú respectivamente, mientras que la última proviene de la zona de los Yungas de La Paz, Bolivia.

Sólo tres accesiones presentaron valores mayores a 40% de esporulación (LA1969, PL002 y 2930), siendo por lo tanto susceptibles al patógeno.

En el caso de oídium (*Leveillula taurica*), se hicieron dos inoculaciones a las muestras de foliolos, sin que se hayan presentado los síntomas típicos de la enfermedad en ninguna de las accesiones. Ante este hecho, se colocaron plantas en un invernadero con presencia natural de la enfermedad y se observó abundante esporulación blanquecina en las accesiones CL006, PCM017, CPL007 (*S. lycopersicum* var. *cerasiforme*) y RIO FUEGO (variedad comercial, *S. lycopersicum*). Dado que oídium es un patógeno obligado en campo, las evaluaciones en foliolos sueltos no permiten observar los síntomas típicos de la enfermedad.

Para el caso de *Cladosporium* sp., la mayoría de las accesiones evaluadas en laboratorio manifestaron resistencia a este patógeno, excepto LA1557 (*S. habrochaites*) y LA2680 (*S. chmielewskii*), ambas provenientes del Perú (Tabla 7 anexo I). Se pudo observar que, bajo condiciones de invernadero, la presencia de mosca blanca ó áfidos favorece la ocurrencia y propagación de este hongo.

Los resultados de la prueba de estandarización de metodologías para la inoculación de este tipo de patógenos, han demostrado que la técnica de microinfiltración (con jeringas de insulina) es la más adecuada. En las pruebas realizadas con esta técnica, con la bacteria *Clavibacter michiganensis*, los esquejes infestados presentaron los síntomas característicos de la enfermedad. En el caso de *Xanthomonas* no se ha replicado los síntomas por lo que no se ha caracterizado el nivel de resistencia de las accesiones en estudio.

7.7. Caracterización de colecciones de Germoplasma en Chile.

7.7.1. Evaluaciones de tolerancia a estrés hídrico bajo condiciones de invernadero.

Fue posible establecer ambientes hídricos contrastantes (Fig. 26). En términos relativos, bajo condiciones de estrés hídrico (CEH), la humedad fue casi un 65% más baja que la lograda bajo condiciones de riego (SEH). El estado hídrico del suelo se midió en términos volumétrico y energético. Sin embargo, los valores son sólo referenciales debido a que se utilizó la curva de calibración del fabricante (capacitancia vs humedad).

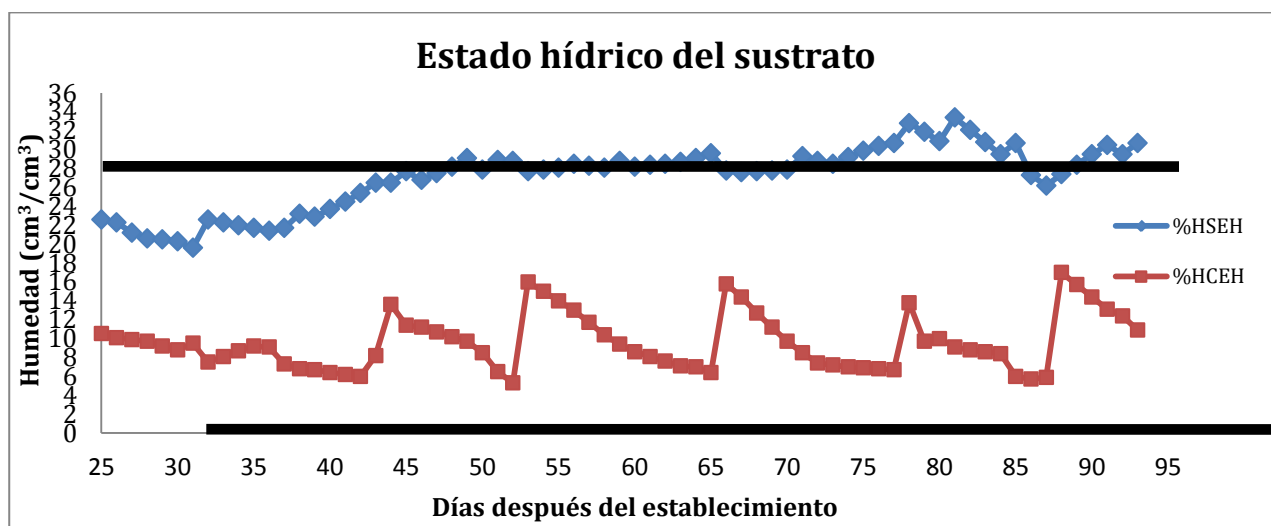


Figura 26. Estado hídrico del sustrato de los dos ensayos.

Tasa elongación tallo relativa (TETR): Existió una alta variabilidad en la TETR, obteniéndose una media de 0.013, un máximo de 0.020 y un mínimo de 0.005 $\text{cmcm}^{-1} \text{ día}^{-1}$, existiendo diferencias significativas entre las condiciones hídricas CEH y SEH ($P < 0.05$), también existió diferencias significativas entre las accesiones estudiadas ($P < 0.05$), y no existió interacción entre las accesiones y la condición hídrica ($P > 0.05$) lo cual indica que se puede realizar un estudio con el promedio de ambos niveles de estrés (figura 27).

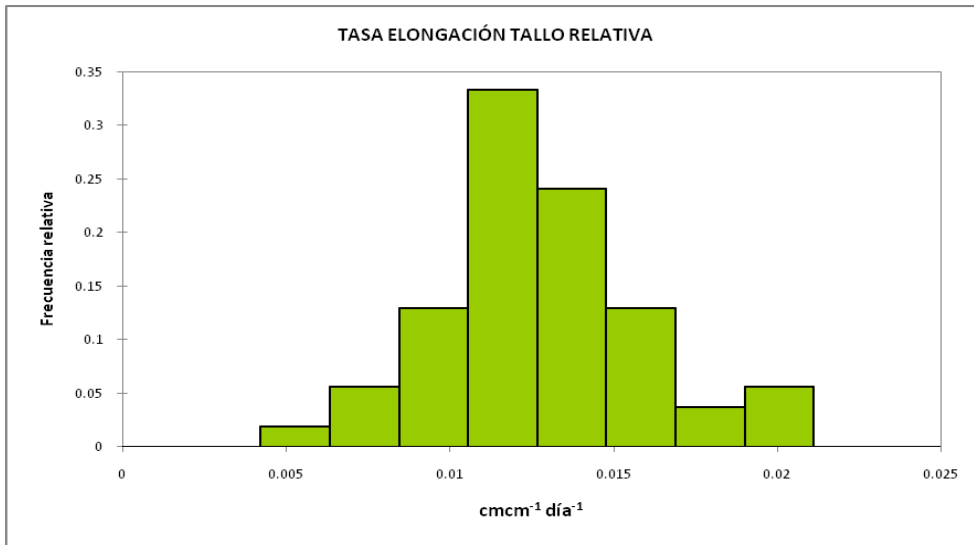


Figura 27. Tasa elongación tallo relativa.

Temperatura de la hoja: Existió una alta variabilidad en la temperatura de la hoja, obteniéndose una media de 33.1, un máximo de 36.2 y un mínimo de 30.5 °C en el ensayo SEH, y una media de 37.9, un máximo de 40.1 y un mínimo de 35.6 °C en el ensayo CEH, existieron diferencias significativas entre las condiciones hídricas CEH y SEH ($P < 0.05$), también existió diferencias significativas entre las accesiones estudiadas ($P < 0.05$), y existió interacción entre las accesiones y la condición hídrica ($P < 0.05$), lo cual indica que se tiene que realizar un estudio de los niveles de estrés de forma separada (figura 28).

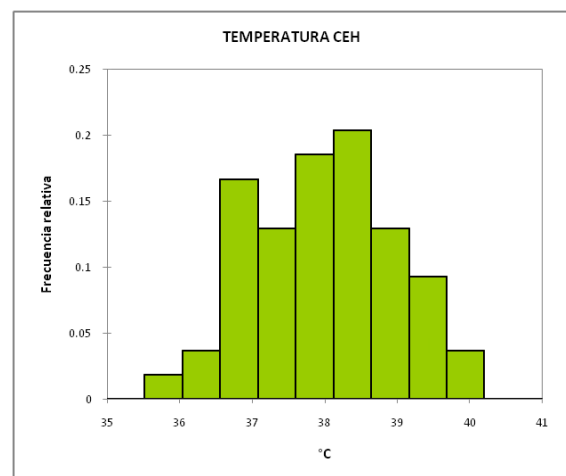
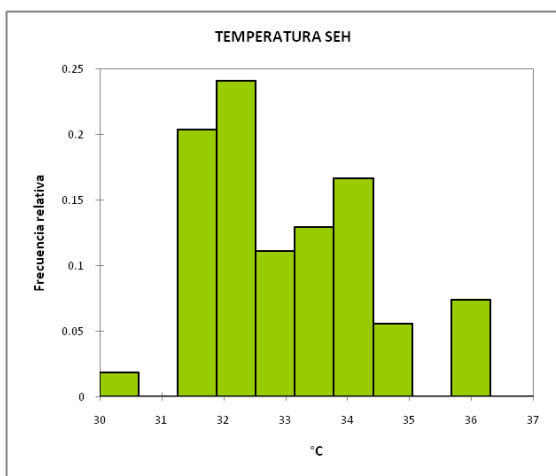


Figura 28. Temperatura SEH y CEH.

SPAD: Existió una alta variabilidad en la actividad fotosintética, obteniéndose una media de 32.7, un máximo de 48.5 y un mínimo de 23.1 SPAD en el ensayo SEH, y una media de 39.6, un máximo de 50.4 y un mínimo de 25.7 SPAD en el ensayo CEH, existieron diferencias significativas entre las condiciones hídricas CEH y SEH ($P < 0.05$), también existió diferencias significativas entre las accesiones estudiadas ($P < 0.05$), y existió interacción entre las accesiones y la condición hídrica ($P < 0.05$), lo cual indica que se tiene que realizar un estudio de los niveles de estrés de forma separada.

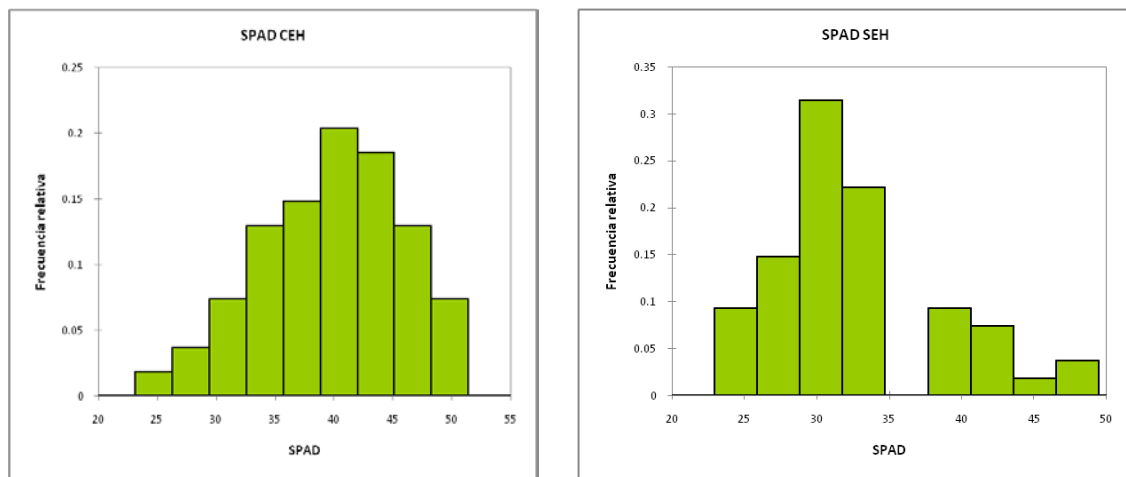


Figura 29. SPAD SEH y CEH

Contenido Relativo de Agua (CRA o RWC): Existió una alta variabilidad el CRA, obteniéndose una media de 81.4, un máximo de 94.1 y un mínimo de 52.6 % en el ensayo SEH, y una media de 79.7 un máximo de 88.3 y un mínimo de 71.6 % en el ensayo CEH, no existieron diferencias significativas entre las condiciones hídricas CEH y SEH ($P > 0.05$), tampoco existió diferencias significativas entre las accesiones estudiadas ($P > 0.05$), pero si existió interacción entre las accesiones y la condición hídrica ($P < 0.05$), lo cual indica que se tiene que realizar un estudio de los niveles de estrés de forma separada.

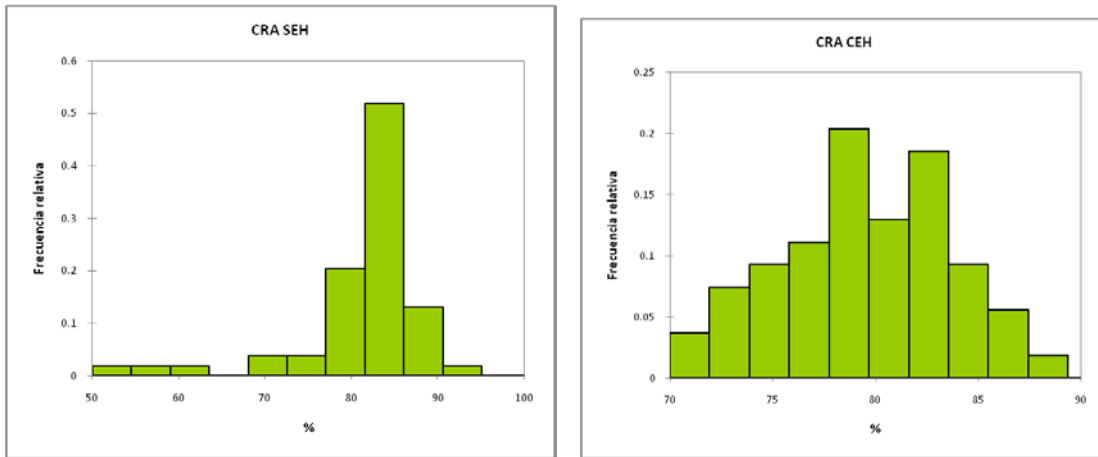


Figura 30. CRA SEH y CEH.

Potencial Xilemático (Ψ_x): Existió una alta variabilidad en el potencial xilemático, obteniéndose una media de -2.5, un máximo de -0.7 y un mínimo de -5.9 bar, existiendo diferencias significativas entre las condiciones hídricas CEH y SEH ($P < 0.05$), también existió diferencias significativas entre las accesiones estudiadas ($P < 0.05$), y no existió interacción entre las accesiones y la condición hídrica ($P > 0.05$) lo cual indica que se puede realizar un estudio con el promedio de ambos niveles de estés.

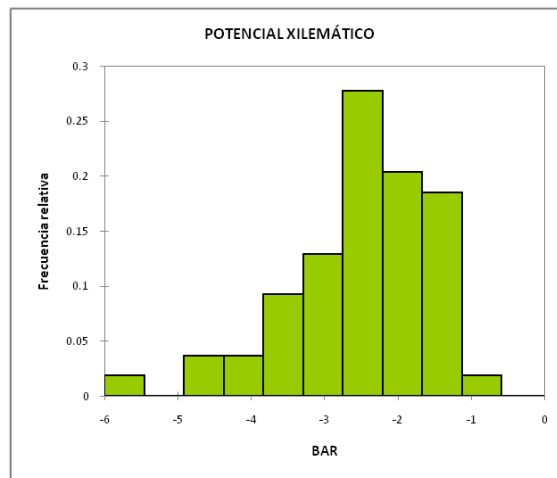


Figura 31. Potencial Xilemático

Fluorescencia: Existió una alta variabilidad en el ϕ PSII, obteniéndose una media de 0.69, un máximo de 0.77 y un mínimo de 0.63, existiendo diferencias significativas entre las condiciones hídricas CEH y SEH ($P < 0.05$), pero no existió diferencias significativas entre las accesiones estudiadas ($P > 0.05$), tampoco existió interacción entre las accesiones y la condición hídrica ($P > 0.05$) lo cual indica que se puede realizar un estudio con el promedio de ambos niveles de estés.

No existió una alta variabilidad en el qP, obteniéndose una media de 1.005, un máximo de 1.215 y un mínimo de 0.945, no existió diferencias significativas entre las condiciones hídricas CEH y SEH ($P > 0.05$), tampoco existió diferencias significativas entre las accesiones estudiadas ($P > 0.05$), y tampoco existió interacción entre las accesiones y la condición hídrica ($P > 0.05$) lo cual indica que las accesiones se comportan de la misma forma en los dos niveles de estés.

Existió una alta variabilidad en el Fv/Fm, obteniéndose una media de 0.687, un máximo de 0.767 y un mínimo de 0.620, existiendo diferencias significativas entre las condiciones hídricas CEH y SEH ($P < 0.05$), pero no existieron diferencias significativas entre las accesiones estudiadas ($P > 0.05$), y no existió interacción entre las accesiones y la condición hídrica ($P > 0.05$) lo cual indica que se puede realizar un estudio con el promedio de ambos niveles de estés.

Existió una alta variabilidad en el ETR, obteniéndose una media de 1032.1, un máximo de 1149 y un mínimo de 944.4 bar, existiendo diferencias significativas entre las condiciones hídricas CEH y SEH ($P < 0.05$), no existieron diferencias significativas entre las accesiones estudiadas ($P > 0.05$), y no existió interacción entre las accesiones y la condición hídrica ($P > 0.05$) lo cual indica que se puede realizar un estudio con el promedio de ambos niveles de estés.

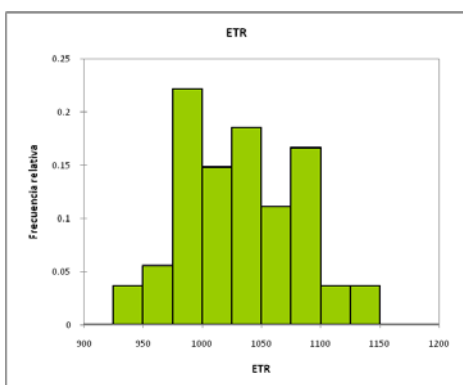
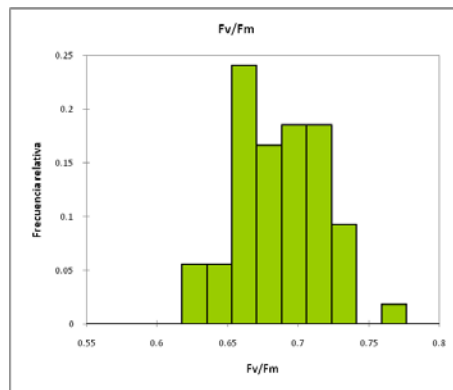
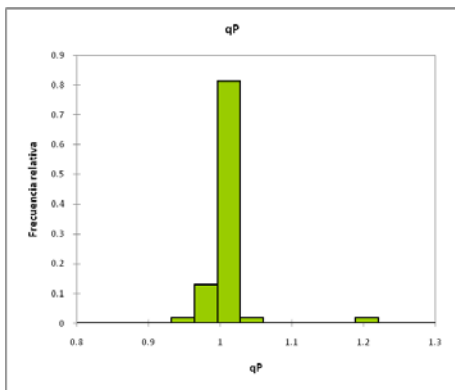


Figura 32. Fluorescencia de clorofilas.

Con los datos obtenidos de las tasas de elongación del tallo relativa de ambos niveles de estrés se realizó una correlación, la cual se graficó dividiéndose el plano en las medias de cada nivel con el objetivo de obtener aquellas accesiones con una mayor TETR y aquellas con una menor TETR y elegir las 5 accesiones encada extremo para poder compararlas entre sí.

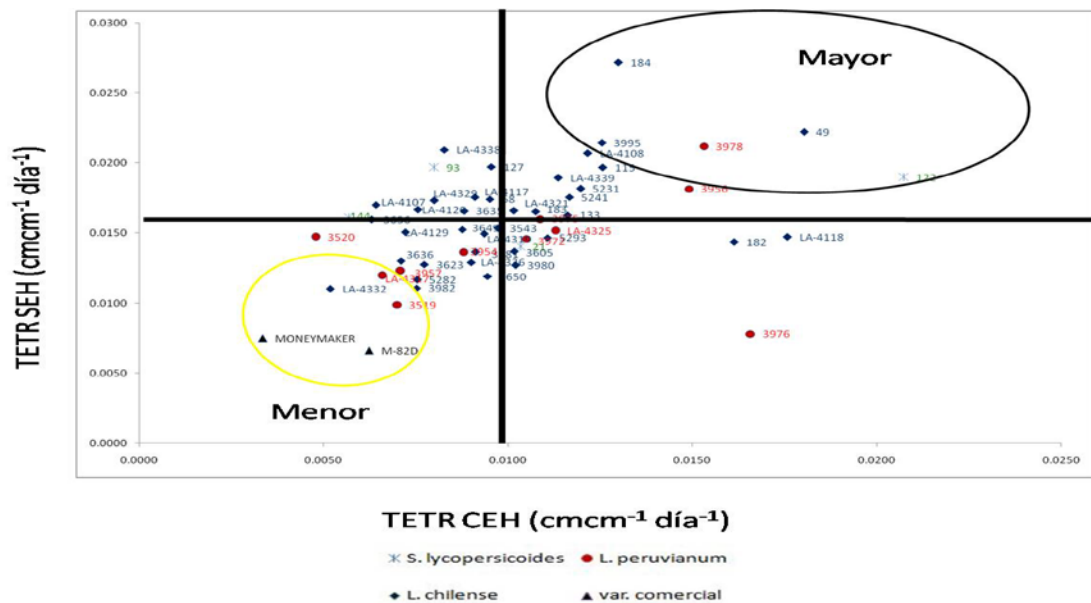


Figura 33. Análisis de correlación correspondiente a la tasa de elongación relative de tallo en condiciones de esters hídrico.

Como resultado se obtuvieron las siguientes accesiones:

Tabla 16.

ESPECIE	Acces	TETR	XILEM	TEM SEH	TEM CEH	SPAD SEH	SPAD CEH
<i>L. chilense</i>	49	0.020 1	-1.4	35.0	38.6	30.0	36.1
<i>L. chilense</i>	184	0.020 1	-1.9	31.6	37.8	25.1	40.3
<i>S. lycopersicoides</i>	122	0.019 9	-0.7	30.6	37.9	33.3	30.6
<i>L. peruvianum</i>	3978	0.018 3	-2.5	32.8	36.7	47.4	49.2
<i>L. chilense</i>	3995	0.017 0	-2.3	31.8	37.2	32.5	43.1
<i>L. peruvianum</i>	LA-4317	0.009 3	-3.8	34.1	36.2	41.4	46.8
<i>L. peruvianum</i>	3519	0.008 4	-1.4	35.0	38.1	37.7	44.9
<i>L. chilense</i>	LA-4332	0.008 1	-3.2	32.4	38.7	23.1	33.7
<i>var. comercial</i>	M-82D	0.006 4	-2.9	31.9	35.6	40.5	44.6
<i>var. comercial</i>	MONEYM AKER	0.005 4	-4.5	34.1	36.7	40.4	41.3
MEDIA MAYOR TASA		32.3		-1.8	37.6	33.7	39.8
MEDIA MENOR TASA		33.5	0.0191	-3.2	37.1	36.6	42.2
			0.0075				

Tabla 17.

Accesión	CONDUC		DESTOM	
	SEH	CEH	SEH(AB-AD)	CEH(AB-AD)
49	313.5	53.5	24-5	22-7
184	450.0	68.0	23-9	31-10
122	300.0	111.0	25-9	34-17
3978	680.0	20.4	43-8	42-15
3995	900.0	60.0	28-5	30-12
LA-4317	530.0	158.0	49-11	48-11
3519	680.0	48.8	52-3	45-16
LA-4332	380.0	220.0	26-11	27-13
M-82D	502.5	98.5	39-3	38-10
MONEYMAKER	520.0	76.5	23-2	42-7
MEDIA MAYOR TASA	528.7	62.6	29-7	32-12
MEDIA MENOR TASA	522.5	120.4	38-6	40-11

Tabla 18.

Accesión	TETR	Ψ	Tº Control	Tº Estres
49	0.0201	-1.4	35.0	38.6
184	0.0201	-1.9	31.6	37.8
122	0.0199	-0.7	30.6	37.9
3978	0.0183	-2.5	32.8	36.7
3995	0.0170	-2.3	31.8	37.2
LA-4317	0.0093	-3.8	34.1	36.2
3519	0.0084	-1.4	35.0	38.1
LA-4332	0.0081	-3.2	32.4	38.7
M-82D	0.0064	-2.9	31.9	35.6
MONEYMAKER	0.0054	-4.5	34.1	36.7
MEDIA MAYOR TASA	0.0191	-1.8	32.3	37.6
MEDIA MENOR TASA	0.0075	-3.2	33.5	37.1

Las accesiones con mayor TETR fueron la 49, 184, 122, 3978 y 3995, en su contraparte las accesiones con una menor TETR fueron LA-4317, 3519, LA-4332, M-82D y Moneymaker, siendo estas dos últimas variedades comerciales donde Moneymaker fue la que presentó la menor TETR y se utilizará como referencia comparativa.

En términos generales las accesiones con una mayor TETR presentaron una temperatura similar a su contraparte, redujeron su contenido de clorofila (SPAD), aumentaron su potencial Xilemático, la conductancia estomática fue similar en el ensayo SEH mientras que en el ensayo CEH las accesiones con una mayor TETR redujeron su conductancia.

La accesión 49 presento una temperatura similar en la condición SEH mientras que en la condición CEH aumentó en 2 °C respecto a Moneymaker, redujo en un 25 % su contenido de clorofila en SEH y un 12 % en CEH, aumentó su potencial hídrico Xilemático en un 68 % y redujo su conductancia en ambos niveles de éstos SEH y CEH en un 40 % y un 30 % respectivamente.

La accesión 184 redujo su temperatura en 2.5 °C en la condición SEH mientras que en la condición CEH fue muy similar respecto a Moneymaker, redujo en un 38 % su contenido de clorofila en SEH y muy similar en CEH, aumentó su potencial hídrico Xilemático en un 58 % y redujo su conductancia en ambos niveles de éstos SEH y CEH en un 13 % y un 11 % respectivamente.

La accesión 122 redujo su temperatura en 3.5 °C en la condición SEH mientras que en la condición CEH fue muy similar respecto a Moneymaker, redujo en un 18 % su contenido de clorofila en SEH y un 26 % en CEH, aumentó su potencial hídrico Xilemático en un 80 % y redujo su conductancia en 42 % en SEH y aumento un 45 % en CEH.

La accesión 3978 presento una temperatura similar en ambos niveles de estrés SEH y CEH respecto a Moneymaker, aumentó en un 17 % su contenido de clorofila en SEH y un 19 % en CEH, aumentó su potencial hídrico Xilemático en un 44 % y aumentó su conductancia en 31 % en SEH y se redujo en un 73 % en CEH.

La accesión 3995 redujo su temperatura en 2.3 °C en la condición SEH mientras que en la condición CEH fue muy similar respecto a Moneymaker, redujo en un 20 % su contenido de clorofila en SEH y muy similar en CEH, aumentó su potencial hídrico Xilemático en un 49 % y aumentó su conductancia en un 73 % en SEH y se redujo en un 73% en CEH.

7.7.2. Análisis de termoestabilidad de membrana en plantas de tomate sometidas a estrés térmico.

Como muestran los resultados expuestos en la figura 34 algunas de las accesiones analizadas presentaron un daño celular muy bajo, entre las cuales, las que más destacan son las accesiones 3995, 4325, 3636 y 3980 las cuales presentaron daño celular significativamente más bajo en comparación con sus respectivos controles por lo que pueden ser explotada en los programas de mejoramiento genético de la especie.

En cambio algunas accesiones como la variedad comercial Money Maker (MM), 3649, 4120, 5282, 93 y 4129 presentan un alto daño de membrana.

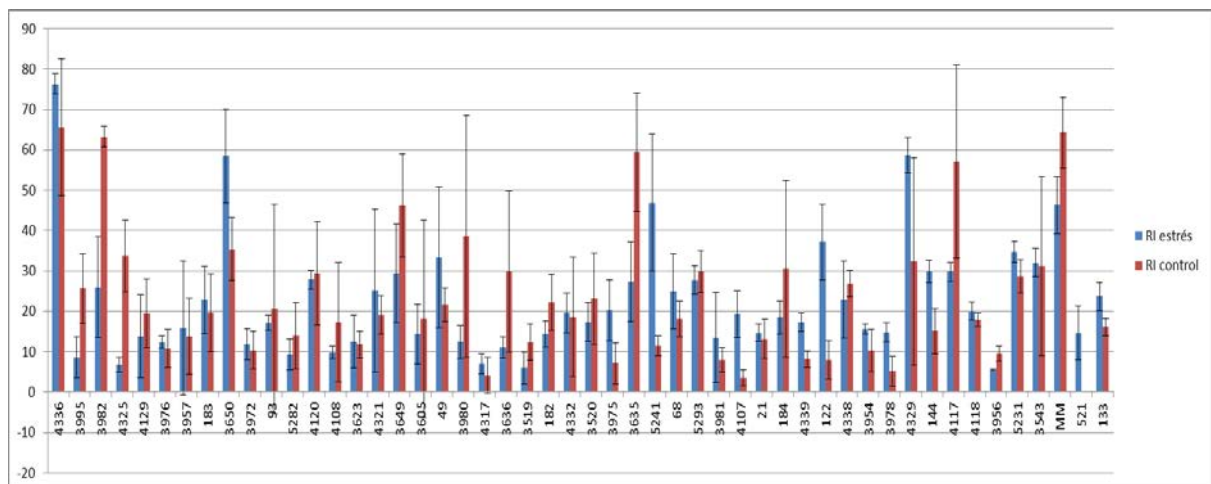


Figura 34. Termoestabilidad de membranas celulares en colecciones de tomate silvestre.

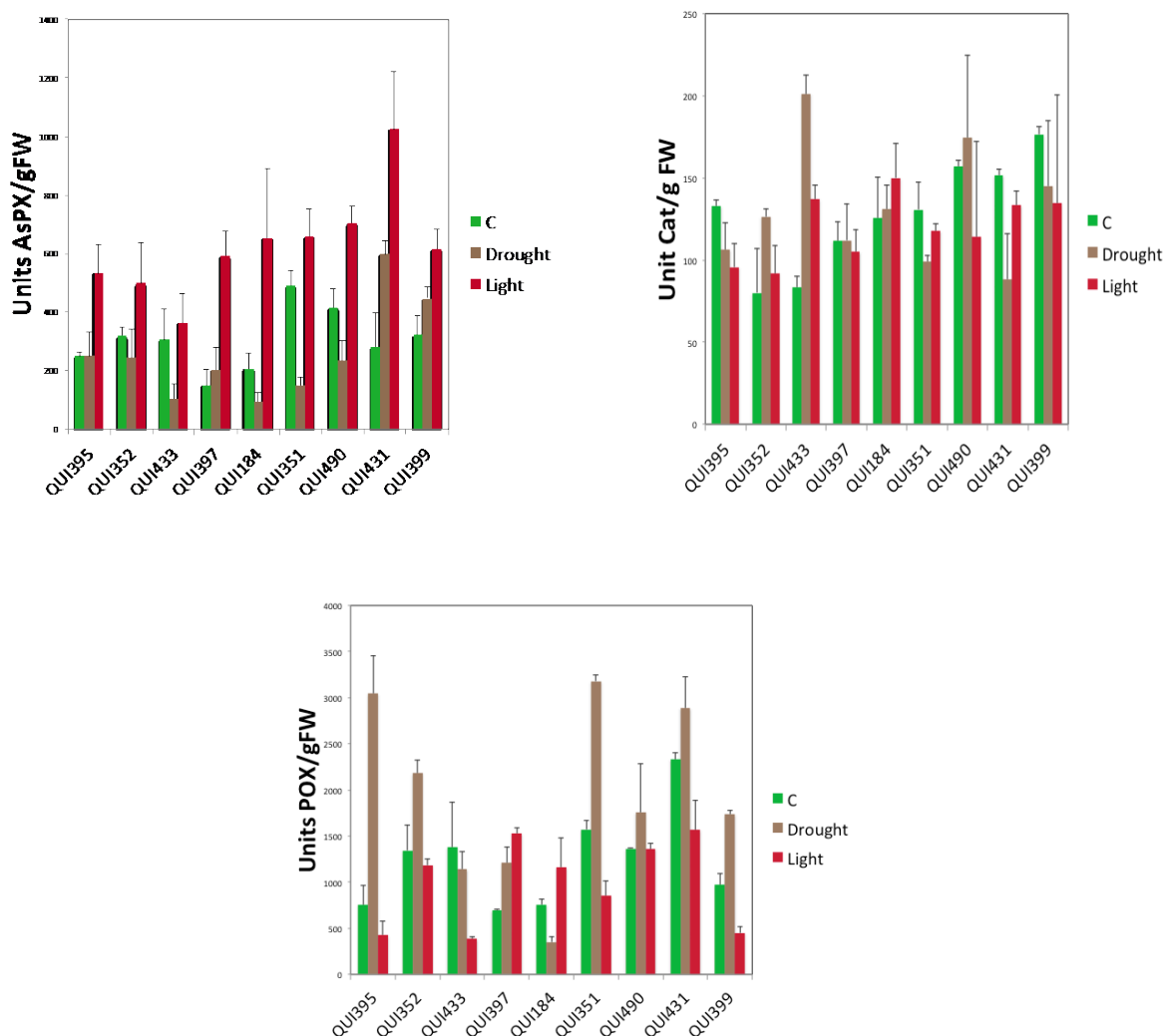
Estudios realizados en cebada por Águeda (2008) indican que este método es bastante sensible, al detectar diferencias en el eflujo de electrolitos de las hojas, provocados por tratamientos de calor, también establecen que la mejor temperatura para obtener una

buena diferenciación entre genotipos fue de 51 °C por lo que debiera realizarse previamente al ensayo de termo estabilidad de todos los genotipos estudiados un ensayo que permita determinar la temperatura más óptima que permita discriminar de manera más efectiva el daño a la membrana ya que en algunos de los genotipos como 3975, 4329, 5231, 135, 49, 4321 las plantas control presentaron menor daño celular que sus réplicas sometidas a estrés.

7.7.3. Actividad de enzimas antioxidantes.

Los estreses ambientales inducen la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS), las cuales causan daños en los componentes celulares, incluyendo proteínas, lípidos, carbohidratos y DNA. Esto provoca la senescencia de órganos fotosintéticamente activos, reduciendo las posibilidades de crecimiento y sobrevivencia en el tiempo. Las plantas poseen mecanismos para catabolizar ROS mediante enzimas antioxidantes o compuestos antioxidantes. Las evaluaciones de las enzimas antioxidantes catalasa (CAT), Ascorbato peroxidasa (AsPX) y Guayacol peroxidasa (POX) fueron estudiadas en 14 genotipos seleccionados por su variabilidad en resistencia a estrés hídrico y comprendieron genotipos de *S. chilense* y *S. peruvianum*. Los genotipos fueron evaluados bajo condiciones de estrés hídrico y dos regímenes de intensidad luminosa (Figuras 35, 36,37).

Figuras 35, 36, 37. Actividad de las enzimas Ascorbato peroxidasa (AsPX), Catalasa (Cat) y Guayacol peroxidasa (POX) durante tratamientos de estrés hídrico y alta radiación luminosa.



Los resultados muestran altos valores de actividad de AsPX en los tratamientos de alta radiación (HR) comparado con los de baja radiación (LR). Nosotros no observamos diferencias en entre combinaciones de HR-Control y HR-Sequía. Durante el tratamiento LR la sequía indujo un incremento en AsPX de forma similar que en HR. La actividad POX mostró un incremento en HR, comparado con Lrpero esto fue independiente del estrés hídrico. La actividad catalasa no mostró diferencias significativas entre los tratamientos. Nosotros también identificamos un genotipo con altos niveles de actividad AsPX y POX el cual se propone como candidato para tolerancia a sequía en tomate. Los resultados aquí expuestos sugieren que los tratamientos de estrés hídrico y radiación alta afectan diferencialmente sobre la actividad de enzimas antioxidantes en tomates silvestres.

Accesion	Control				Drought			
	POX Activity (U/gFW)	AsPX Activity (U/gFW)	Cat Activity (U/gFW)	Lipid peroxidation	POX Activity (U/gFW)	AsPX Activity (U/gFW)	Cat Activity (U/gFW)	Lipid peroxidation
QUI184	827±552 dc	69±8 bc	329±14 bc	14,4±2,6 cb	884±294 c	518±53 cb	149±38 dc	15,3±4,6 c
QUI399	1773±301 ba	195±26 a	335±91 bc	14,1±2,8 cb	1545±397 ba	449±5 cd	193±41 a	13,7±2,3 c
QUI433	681±56 dc	23±18 c	322±7 bc	16,5±0,2 b	958±66 c	372±61 d	169±11 bac	16,4±3,5 c
QUI351	580±49 dce	21±20 c	309±54 bc	16,5±0,2 b	1584±51 ba	548±51 b	203±11 a	24,6±6,5 b
QUI352	1521±178 b	113±48 bac	492±66 a	16,5±0,1 b	1214±80 bc	538±31 b	129±3 d	14,5±1,3 c
QUI395	1015±289 c	112±76 bac	257±20 c	29,2±6,4 a	1296±94 bc	485±2 cb	183±2 bac	37,6±2,7 a
QUI397	697±208 dc	66±49 bc	362±97 bc	16,8±3 c	1148±321 bc	630±46 a	173±21 bac	24,6±4,8 b
QUI431	2009±273 a	147±77 ba	515±70 a	16,5±0,1 b	1926±633 a	509±19 cb	158±22 bdc	26,4±5,6 b
CLO06	503±165 de	153±39 ba	322±74 bc	14,6±2,2 cb	203±116 d	397±80 d	185±17 ba	36,5±6,3 a
MM	206±104 e	161±111 ba	412±63 ba	14,3±1,8 cb	383±77 d	449±44 cd	191±3 ba	38,14±11 a
Significance	***	*	***	***	***	***	***	***

Figura 38. Actividad de las enzimas Ascorbato peroxidasa (AsPX), Catalasa (Cat) y Guayacol peroxidasa (POX) y niveles de peroxidación lipídica en tratamientos de estrés hídrico y baja radiación luminosa.

7.7.4. Densidad estomática.

La densidad estomática para la cara abaxial (figura 39) permite observar una alta variabilidad entre los resultados obtenidos para las diferentes accesiones, el análisis estadístico muestra diferencias significativas al 5 % de significancia para el tratamiento hídrico, para las accesiones y para las especies, con un $P < 0,05$, así mismo el análisis permitió observar diferencias para la interacción entre el tratamiento hídrico aplicado y las accesiones evaluadas, en la Tabla 2 pueden verse los resultados del ANDEVA realizado con las fuentes de variación y sus respectivos resultados.

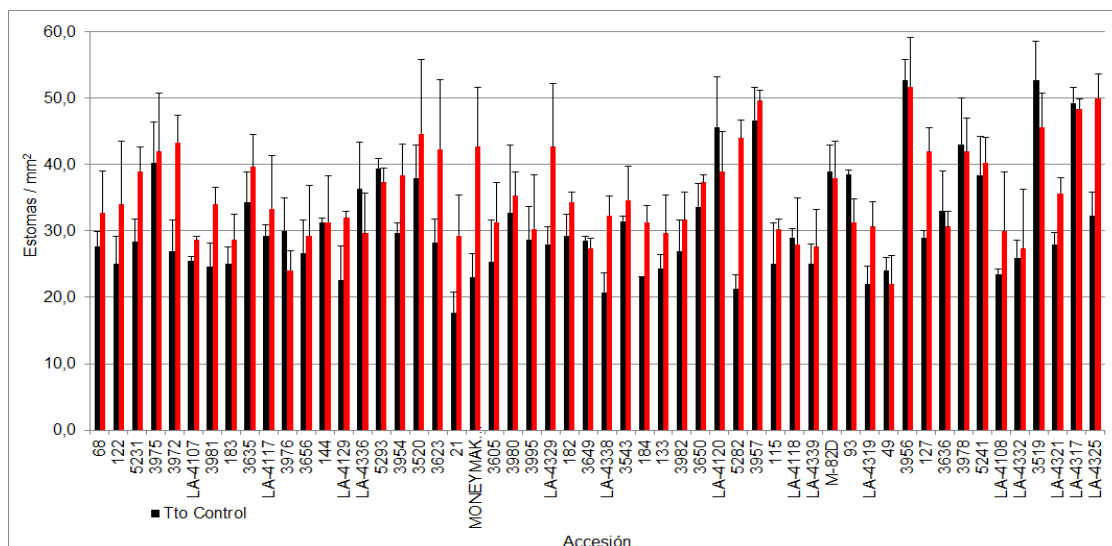


Figura 39. Densidad estomática de la cara abaxial, de 52 accesiones de tomate pertenecientes a 4 especies distintas sometidas a 2 tratamientos hídricos contrastantes.

Tabla 19. Análisis de varianza para la densidad estomática para la cara abaxial de las accesiones de tomate bajo 2 tratamientos hídricos.

	R-Square	Coeff Var	Root MSE	abaxial Mean	
	0.792563	15.00777	5.007355	33.36508	
Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ttohid	1	1573.39169	1573.39169	62.75	<.0001
accession	53	14235.33254	268.59118	10.71	<.0001
ttohid*accession	53	3728.45831	70.34827	2.81	<.0001
especie	3	6351.23265	2117.07755	84.43	<.0001
ttohid*especie	3	201.72687	67.24229	2.68	0.0479
accession*especie	-3	0.00000	0.00000	0.00	<.0001
ttohid*accessi*especi	-3	0.00000	0.00000	0.00	<.0001
rep	2	101.74391	50.87195	2.03	0.1341

Los resultados de la densidad de estomas para la cara adaxial entre las diferentes accesiones para los 2 tratamientos hídricos se pueden observar en la Figura 40. Como se ve claramente existe una alta variabilidad manteniéndose para la mayoría de las accesiones un número mayor de estomas en plantas sometidas a estrés hídrico, que para las plantas bien regadas. Los resultados del análisis estadístico se pueden apreciar en la Tabla 20, brevemente las fuentes de variación indican que existen diferencias estadísticas ($P \leq 0,05$) para los parámetros.

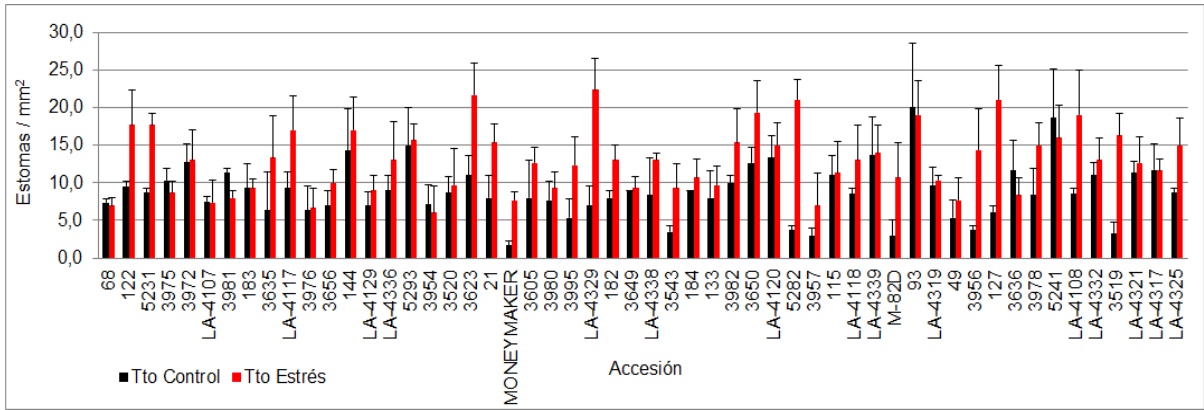


Figura 40. Densidad estomática de la cara adaxial, de 52 accesiones de tomate pertenecientes a 4 especies distintas sometidas a 2 tratamientos hídricos contrastantes.

Tabla 20. Análisis de varianza para la densidad estomática para la cara adaxial de las accesiones de tomate bajo 2 tratamientos hídricos.

	R-Square	Coef Var	Root MSE	adaxial Mean	
	0.760241	28.59603	3.127407	10.93651	
Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ttohid	1	1328.241778	1328.241778	135.80	<.0001
accion	53	3112.480159	58.726041	6.00	<.0001
ttohid*accion	53	1768.841555	33.374369	3.41	<.0001
especie	3	884.354084	294.784695	30.14	<.0001
ttohid*especie	3	0.000000	0.000000	0.00	1.0000
accion*especie	-3	0.000000	0.000000	0.00	<.0001
ttohid*accion*especie	-3	13.576436	-4.525479	-0.46	<.0001
rep	2	148.128744	74.064372	7.57	0.0007

7.7.5. Permeabilidad cuticular

La determinación de la permeabilidad cuticular se puede observar en la Figura 41, en la cual se aprecia que la mayoría de las accesiones sometidas a estrés hídrico se ubican por encima con mayor porcentaje de clorofila extraída durante las 6 horas que se llevo a cabo el experimento, lo cual se puede apreciar mas claramente en la Figura 42, donde por encima del 50% de las accesiones sometidas a estrés hídrico presentan una mayor permeabilidad cuticular que las accesiones control. En adición el análisis de la varianza se puede apreciar en la Tabla 21, donde se aprecian diferencias significativas ($P \leq 0,05$) para los tratamientos hídricos evaluados.

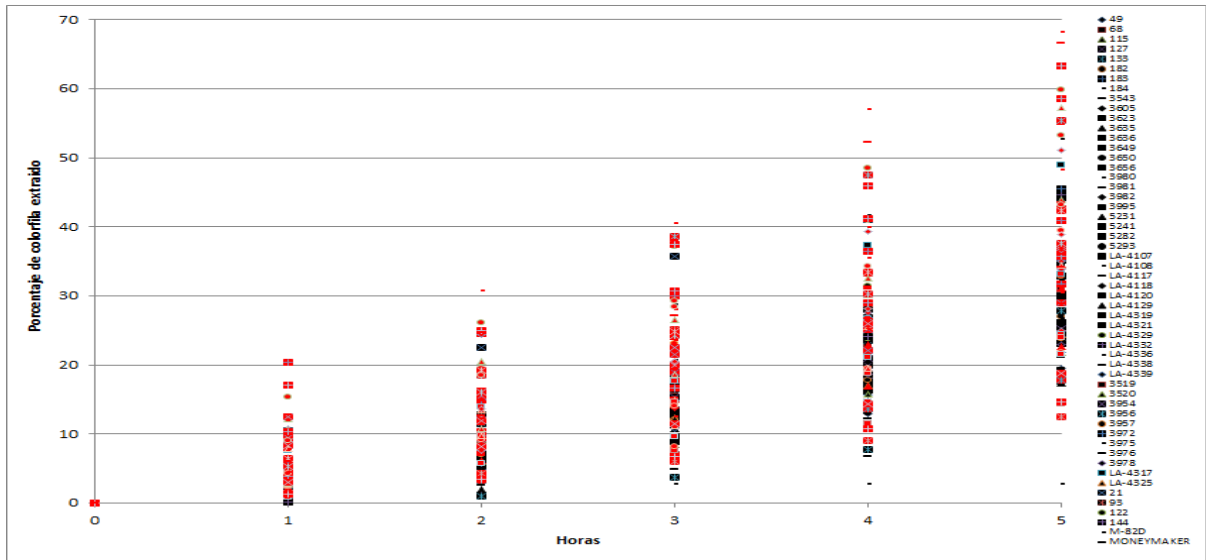


Figura 41. Evolución de la clorofila extraída durante 6 horas, de 52 accesiones de tomate pertenecientes a 4 especies distintas sometidas a 2 tratamientos hídricos contrastantes.

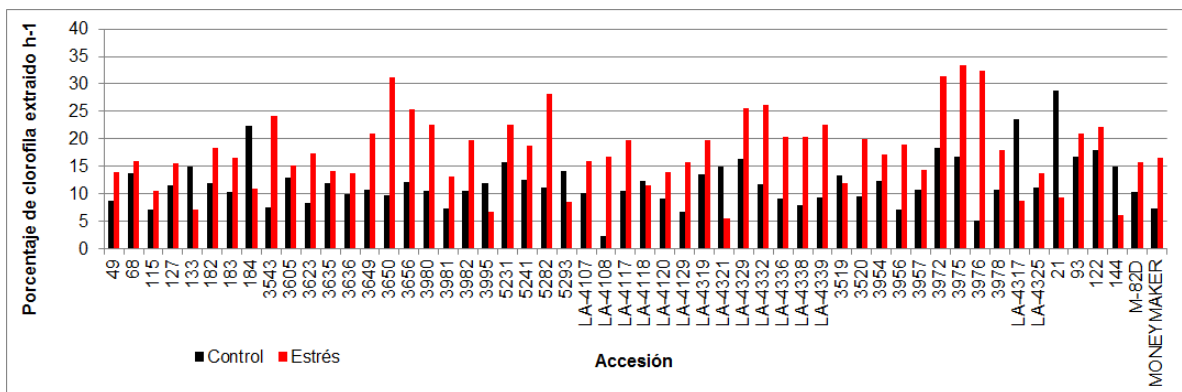


Figura 42. Porcentaje de clorofila extraído por hora, de 52 accesiones de tomate pertenecientes a 4 especies distintas sometidas a 2 tratamientos hídricos contrastantes.

Tabla 21. Análisis de varianza para permeabilidad cuticular expresada como el porcentaje de clorofila extraído por hora, de 52 accesiones de tomate pertenecientes a 4 especies distintas sometidas a 2 tratamientos hídricos contrastantes.

The GLM Procedure

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	109	12463.60440	114.34499	1.05	0.3790
Error	200	21774.12740	108.87064		
Corrected Total	309	34237.73180			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Cloro Mean
0.364031	67.57815	10.43411	15.44006

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ttohid	1	2500.816252	2500.816252	22.97	<.0001
accession	53	4113.514426	77.613480	0.71	0.9267
ttohid*accession	53	5234.324653	98.760843	0.91	0.6548
especie	0	0.000000	.	.	.
ttohid*especie	0	0.000000	.	.	.
accession*especie	0	0.000000	.	.	.
ttohid*accessi*especi	0	0.000000	.	.	.
rep	2	614.949068	307.474534	2.82	0.0617

7.7.6. Azúcares

La Figura 43 muestra los resultados obtenidos para la concentración de glucosa en las accesiones de tomate evaluadas para los 2 tratamientos hídricos, en la figura se aprecia una alta variabilidad en los resultados obtenidos para cada una de las accesiones probadas en cada tratamiento hídrico, lo cual a su vez puede ser confirmado si se observa la Tabla 22, la cual muestra el análisis estadístico realizado para esta variable con un $P \leq 0,05$, el cual arroja diferencias para cada una de las accesiones evaluadas y a su vez para la interacción generada entre cada uno de los tratamientos hídricos y las accesiones evaluadas.

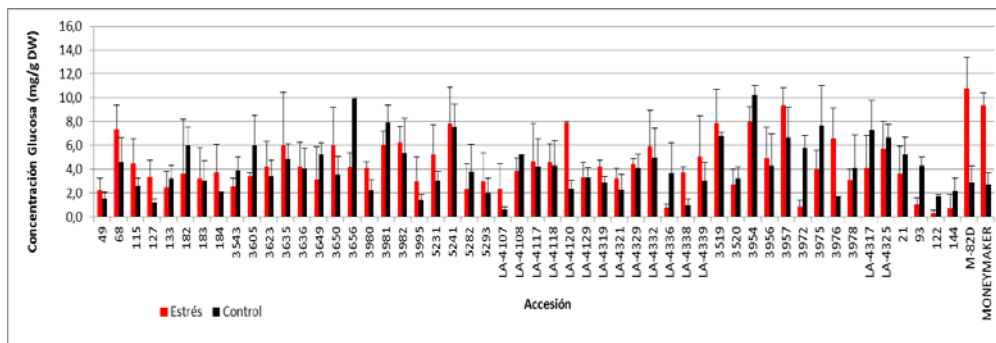


Figura 43. Concentración de glucosa (mg/g de peso seco), para cada una de las accesiones evaluadas en 2 tratamientos hídricos.

Tabla 22. Análisis estadístico ANDEVA para cada una de las fuentes de variación para la variable concentración de glucosa.

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1607,79	108	14,89	4,61	<0,0001
Tto hídrico	2,35	1	2,35	0,73	0,3951
Accesión	1003,73	53	18,94	5,86	<0,0001
Especie	0,00	0	0,00	sd	sd
Repetición	58,30	1	58,30	18,04	<0,0001
Tto hídrico*Accesión	543,42	53	10,25	3,17	<0,0001
Tto hídrico*Especie	0,00	0	0,00	sd	sd
Accesión*Especie	0,00	0	0,00	sd	sd
Tto hídrico*Accesión*Espec..	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	649,45	201	3,23		
Total	2257,24	309			

La concentración de sacarosa en las diferentes accesiones se puede apreciar en la Figura 44 para los 2 tratamientos hídricos evaluados, en la cual podemos observar que la variación entre las diferentes accesiones es alta, resultados que se corroboran con el análisis estadístico realizado ($P \leq 0,05$), el ANDEVA llevado a cabo se puede apreciar en la Tabla 23.

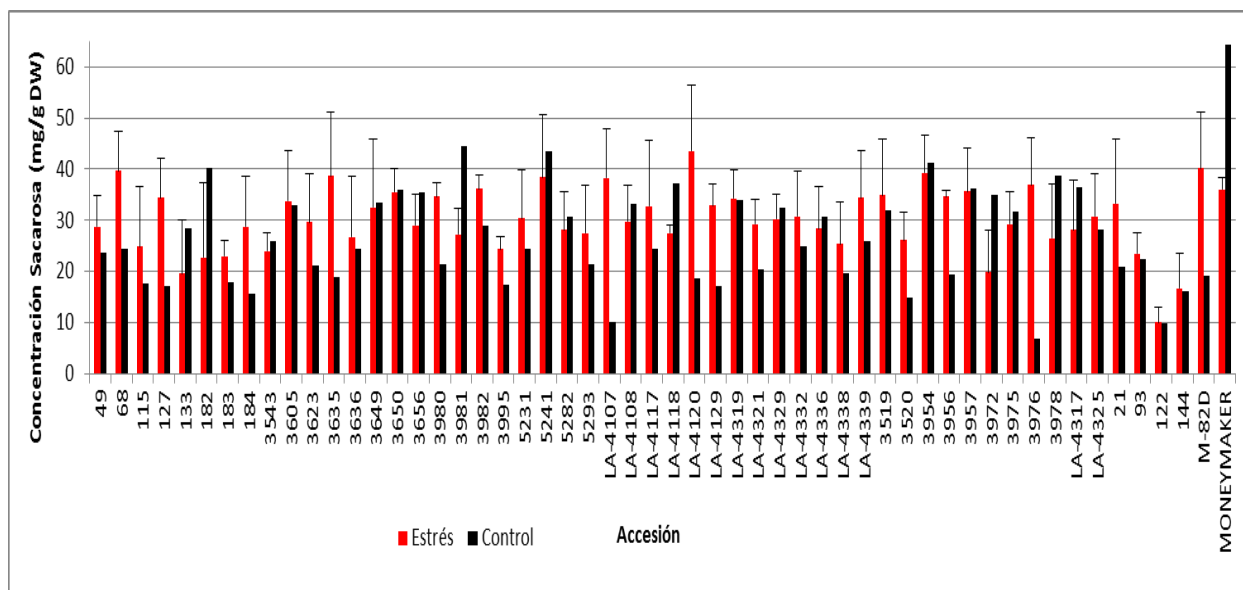


Figura 44. Concentración de sacarosa (mg/g de peso seco), para cada una de las accesiones evaluadas en 2 tratamientos hídricos.

Tabla 23. Análisis estadístico ANDEVA para cada una de las fuentes de variación para la variable concentración de sacarosa.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	24236,74	108	224,41	4,78	<0,0001
Tratamiento	608,16	1	608,16	12,95	0,0004
Accesión	11958,95	53	225,64	4,81	<0,0001
Especie	0,00	0	0,00	sd	sd
Repetición	2475,32	1	2475,32	52,72	<0,0001
Tratamiento*Accesión	9194,30	53	173,48	3,69	<0,0001
Tratamiento*Especie	0,00	0	0,00	sd	sd
Accesión*Especie	0,00	0	0,00	sd	sd
Tratamiento*Accesión*Espec..	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	9438,19	201	46,96		
Total	33674,93	309			

El resultado de la concentración de fructosa se aprecia en la Figura 45, de la misma forma que para los otros azúcares determinados se puede apreciar una alta variación entre las accesiones y entre la concentración de fructosa para cada uno de los 2 tratamientos hídricos. Lo cual se puede corroborar al observar los resultados del ANDEVA ($P \leq 0,05$) presentados en la Tabla 24.

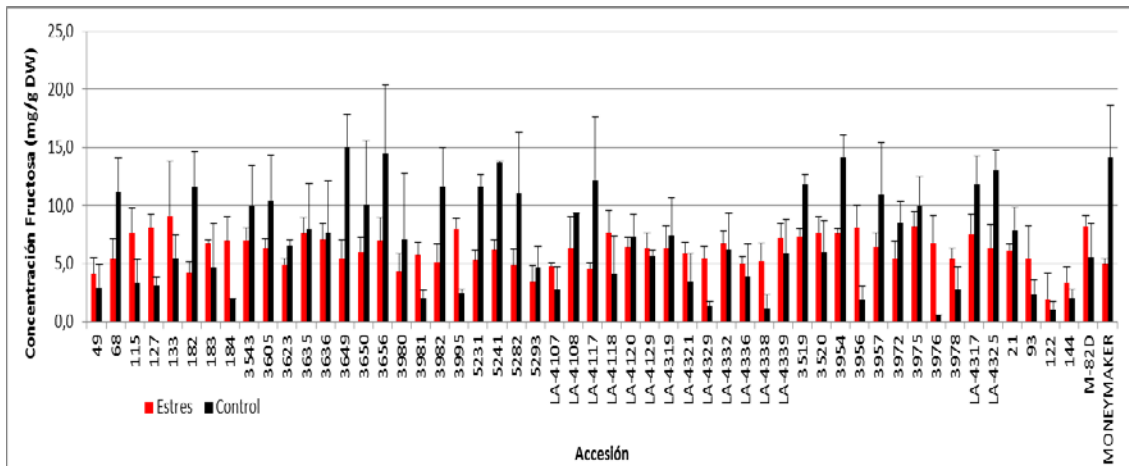


Figura 45. Concentración de fructosa (mg/g de peso seco), para cada una de las accesiones evaluadas en 2 tratamientos hídricos.

Tabla 24. Análisis de varianza ANDEVA para la variable concentración de fructosa entre las distintas accesiones para 2 tratamientos hídricos contrastantes.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3481,25	108	32,23	4,43	<0,0001
Tto hídrico	157,14	1	157,14	21,59	<0,0001
Accesión	1573,06	53	29,68	4,08	<0,0001
Especie	0,00	0	0,00	sd	sd
Repetición	65,78	1	65,78	9,04	0,0030
Tto hídrico*Accesión	1685,28	53	31,80	4,37	<0,0001
Tto hídrico*Especie	0,00	0	0,00	sd	sd
Accesión*Especie	0,00	0	0,00	sd	sd
Tto hídrico*Accesión*Espec..	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	1448,07	199	7,28		
Total	4929,32	307			

7.7.7. Almidón

La Figura 46 muestra la comparación entre las concentraciones de almidón de cada una de las distintas accesiones de tomate evaluadas para las 2 condiciones hídricas, se pueden apreciar diferencias significativas entre las distintas accesiones y entre estas y ambiente hídrico en el que se desarrollan (Tabla 25).

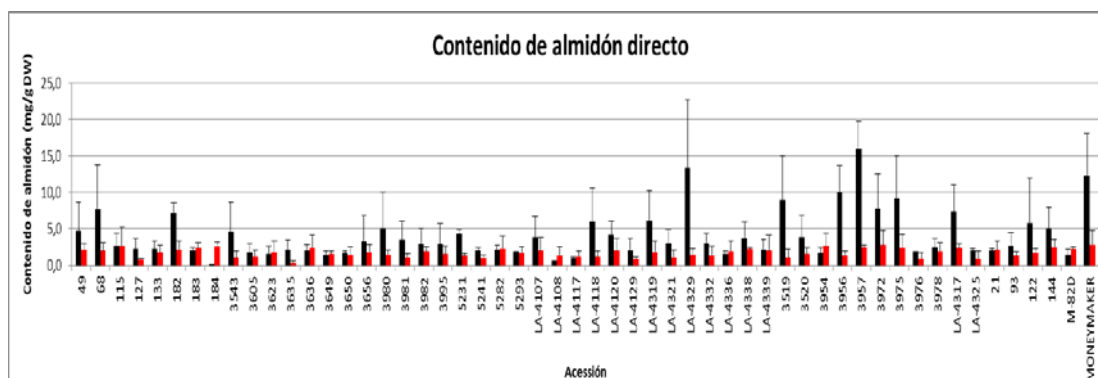


Figura 46. Concentración de almidón determinado en forma directa (mg/g de peso seco), para cada una de las accesiones evaluadas en 2 tratamientos hídricos.

Tabla 25. Análisis de varianza ANDEVA para la variable concentración de almidón entre las distintas accesiones para 2 tratamientos hídricos contrastantes.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2267,81	108	21,00	3,98	<0,0001
Tto Hídrico	526,17	1	526,17	99,63	<0,0001
Accesión	919,21	53	17,34	3,28	<0,0001
Especie	0,00	0	0,00	sd	sd
Repetición	46,18	1	46,18	8,74	0,0035
Tto Hídrico*Accesión	776,25	53	14,65	2,77	<0,0001
Tto Hídrico*Especie	0,00	0	0,00	sd	sd
Accesión*Especie	0,00	0	0,00	sd	sd
Tto Hídrico*Accesión*Espec..	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	1056,25	200	5,28		
Total	3324,06	308			

7.7.8. Determinación de actividad ABTS

La actividad antioxidante total soluble determinada con el catión radical ABTS⁺, para las especies evaluadas, expresadas como el promedio de todas las accesiones que las componen puede ser apreciada en la Figura 47. Como se aprecia claramente las accesiones de las especies evaluadas que se encuentran sometidas a estrés hídrico tiene valores más bajos de actividad antioxidante total. Si se analizan el total de las accesiones evaluadas con

respecto al porcentaje de inhibición de la actividad del radical ABTS⁺, como se muestra en la Figura 48.

Se puede apreciar que las accesiones sometidas a estrés hídrico presentan un mayor porcentaje de inhibición que las mismas accesiones regadas adecuadamente, con excepción de la accesión LA-4107 en los que los valores de la actividad antioxidante total se encuentra por encima del de la misma accesión sometida a estrés hídrico. En la Tabla 26 se puede observar el análisis de varianza para todas las fuentes de variación, donde se aprecia que existe diferencia estadística ($P \leq 0,05$), para los 2 tratamientos hídricos, lo cual indica que el total de accesiones es afectada por el riego, sin embargo no se observan efectos para la interacción entre las accesiones y el ambiente, lo cual indica que las mismas accesiones no se ven afectadas por las condiciones hídricas.

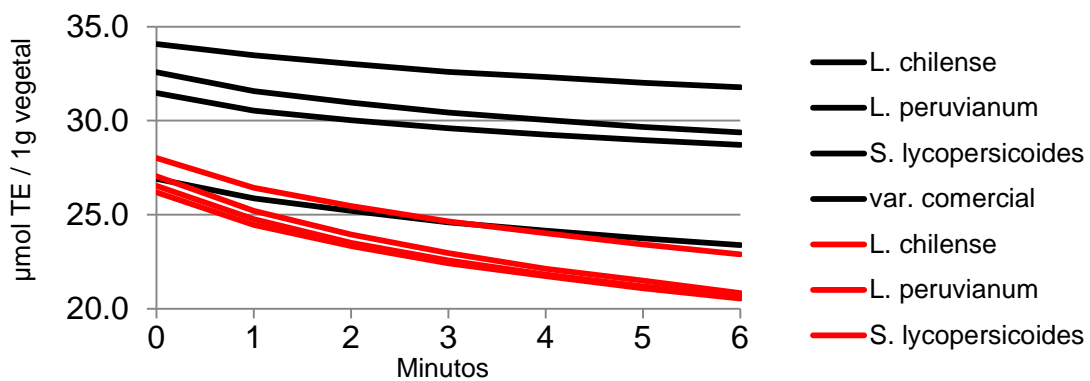


Figura 47. Actividad antioxidante total ($\mu\text{mol ET/g vegetal}$) para las especies evaluadas en cada tratamiento hídrico.

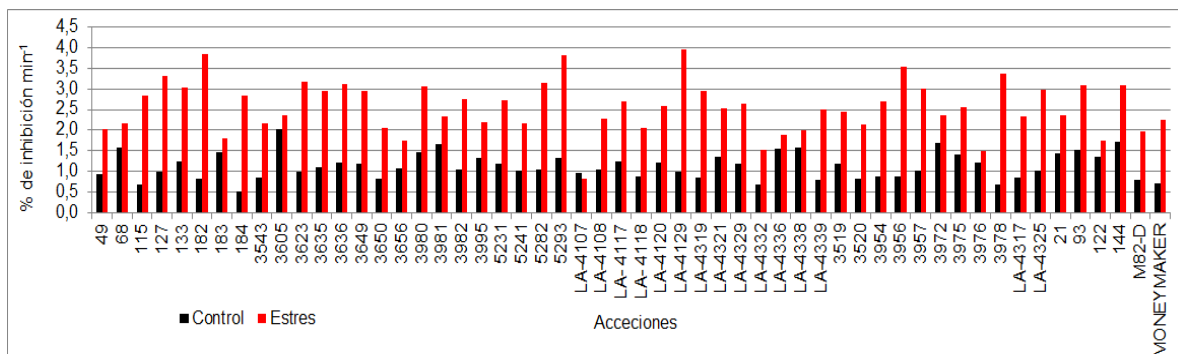


Figura 48. Porcentaje de inhibición de la actividad del catión radical ABTS⁺, para las especies evaluadas en cada tratamiento hídrico.

Tabla 26. Análisis de la varianza para el porcentaje de inhibición del radical ABTS^{•+} para accesiones de tomate de 4 especies sometidas a 2 tratamientos hídricos contrastantes.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	284,53	224	1,27	1,75	0,0041
Tto Hídrico	125,98	1	125,98	173,90	<0,0001
Repetición	14,56	2	7,28	10,05	0,0002
Accesión	26,77	36	0,74	1,03	0,4533
Especie	3,00	2	1,50	2,07	0,1342
Tto Hídrico*Repetición	3,26	2	1,63	2,25	0,1135
Tto Hídrico*Accesión	30,63	36	0,85	1,17	0,2812
Tto Hídrico*Especie	0,67	2	0,34	0,46	0,6305
Repetición*Accesión	39,64	72	0,55	0,76	0,8725
Repetición*Especie	5,79	4	1,45	2,00	0,1049
Accesión*Especie	0,00	0	0,00	sd	sd
Tto Hídrico*Repetición*Acc..	33,99	65	0,52	0,72	0,9049
Tto Hídrico*Repetición*Esp..	0,24	2	0,12	0,17	0,8466
Tto Hídrico*Accesión*Espec..	0,00	0	0,00	sd	sd
Repetición*Accesión*Especi..	0,00	0	0,00	sd	sd
Tto Hídrico*Repetición*Acc..	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	47,81	66	0,72		
Total	332,34	290			

7.7.9. Análisis de medición de raíces.

El estudio de las raíces se realizó sobre un número de 11 accesiones. A este nivel las diferencias pueden observarse tanto a nivel de especies, como dentro de las mismas especies. Existieron variaciones tanto a nivel del diámetro, largo, así como volumen de raíces (Tabla 27). La variedad Money maker fue la que presentó uno de los menores diámetros radiculares.

Tabla 27.

Accesión	Largo Total promedio (cm)	Diámetro total promedio (mm)	Volumen total promedio cm3	Numero de raíces
3519	98,13633333	2,619666667	7,5098	1
3520	120,1493	2,5592	6,8901	1,5
3978	121,7383333	2,069766667	5,104466667	1,333333333
3995	98,71873333	2,7092	4,812033333	4
3957	116,0176667	2,8742	8,0636	2
184	88,5166	2,459266667	4,3455	3,666666667
LA 4317	118,6706	2,6754	4,7307	3
CL0C6	104,5905333	2,3555	5,179566667	3
LA 4332	98,26873333	2,7361	4,901433333	4,666666667
49	98,13633333	2,728733333	2,964066667	3,666666667
MM	99,69406667	1,938566667	4,634733333	3

7.7.10. Resistencia de accesiones de tomate a la polilla del tomate (*Tuta Absoluta*).

Al cabo de 10 días de la infestación de las plantas de tomates, con tutas, fueron analizados estos resultados (tabla 28) sobre la base de la observación y conteo del número de hojas atacadas, de hojas sanas y posteriormente se obtuvo el porcentaje de daño en cada accesión (figura 49).

Tabla 28. Detalla los campos evaluados para la obtención del porcentaje de daño de la polilla del tomate (*Tuta Absoluta*)

Accesion	Hojas atacadas	Hojas sanas	Total hojas	% Hojas dañadas
M82D	13.3	8.6	20.9	64.68%
3982	25.1	21.9	47	55.55%
3636	39.9	37.4	77.3	53.32%
LA4317	26.3	30.9	57.2	49.87%
182	16.2	16.3	32.5	48.40%
5282	19.9	29.8	49.7	44.84%
3978	20.8	26.8	47.6	42.14%
3956	19.5	25.9	45.4	42.13%
3957	17	31	48	40.02%
Money Maker	8.5	14	22.5	36.67%
3972	19.4	38.5	57.9	32.95%
3975	10.6	27.4	38	28.08%
3954	16.5	39.4	56.1	27.23%

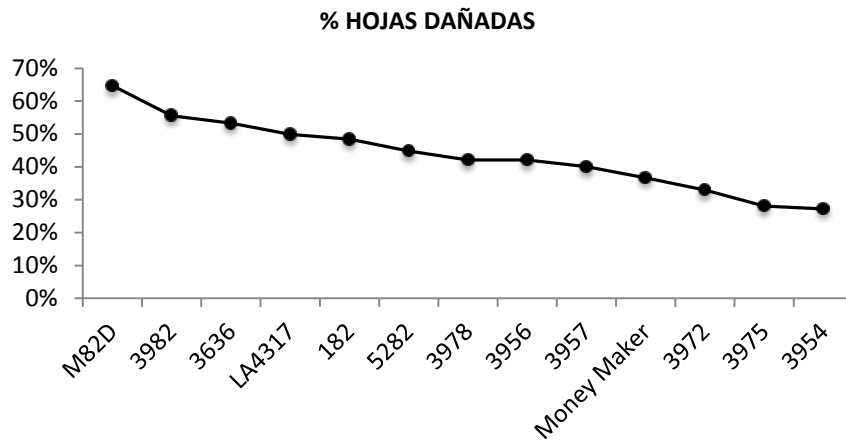


Figura 49. Gráfico representativo del porcentaje de daño por *Tuta Absoluta* en tomates.

La accesión que presenta un mayor daño por la *Tuta Absoluta* es la variedad comercial M82D con un 64% de sus hojas dañadas, mientras que la accesión que resiste mejor el ataque de esta plaga es la variedad silvestre 3954 con solo un 27% de sus hojas atacadas, como lo muestra la figura 49.



Figura 50. Ensayo con *Tuta Absoluta* a) Cubículos con malla antiáfido, b) Distribución de las plantas, c) Pupas de *Tuta Absoluta*, d) Daños en los folíolos.

7.7.11. Ensayo patogenicidad *Botrytis cinerea* y *Alternaria solani*

Las accesiones de tomate silvestre evaluadas muestran diferencias significativas en la susceptibilidad a la infección de ambos patógenos evaluados (*Botrytis cinerea* y *Alternaria solani*).

Fue posible separar 2 grupos con diferencia significativas en la longitud de la lesión a para la misma fecha de evaluación en las evaluaciones de ambos patógenos, mostrando algunas accesiones menos susceptibles dentro de la colección evaluada (Figura 51)

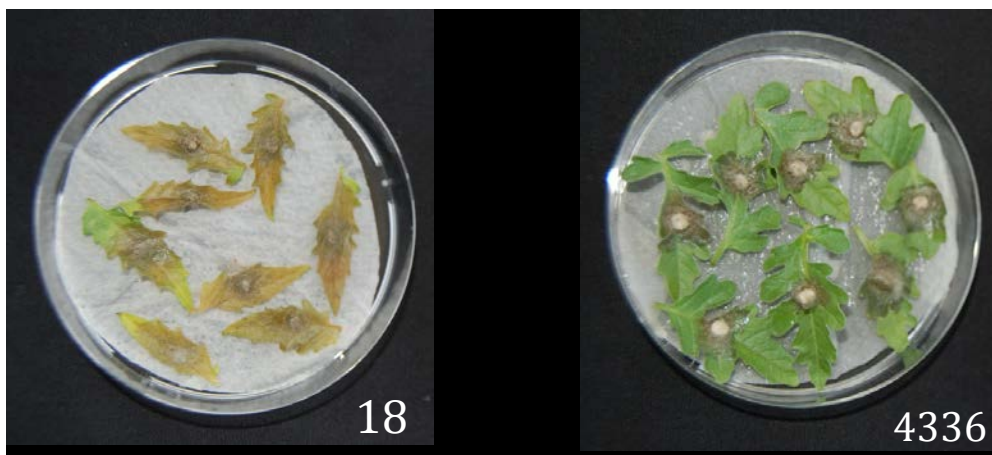


Figura 51. Longitud de la lesión en la accesión 183 que corresponde al grupo susceptible a *Botrytis cinerea* y en la accesión 4336 del grupo de menor susceptibilidad.

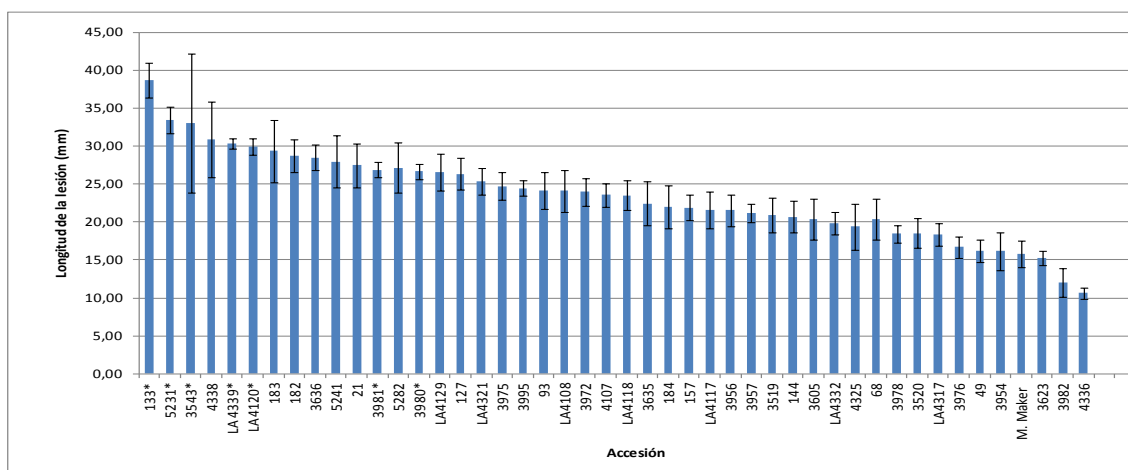


Figura 52. Susceptibilidad de accesiones de tomate silvestre a *Botrytis cinerea* evaluada a los 4 días desde la inoculación con el patógeno en hojas cortadas

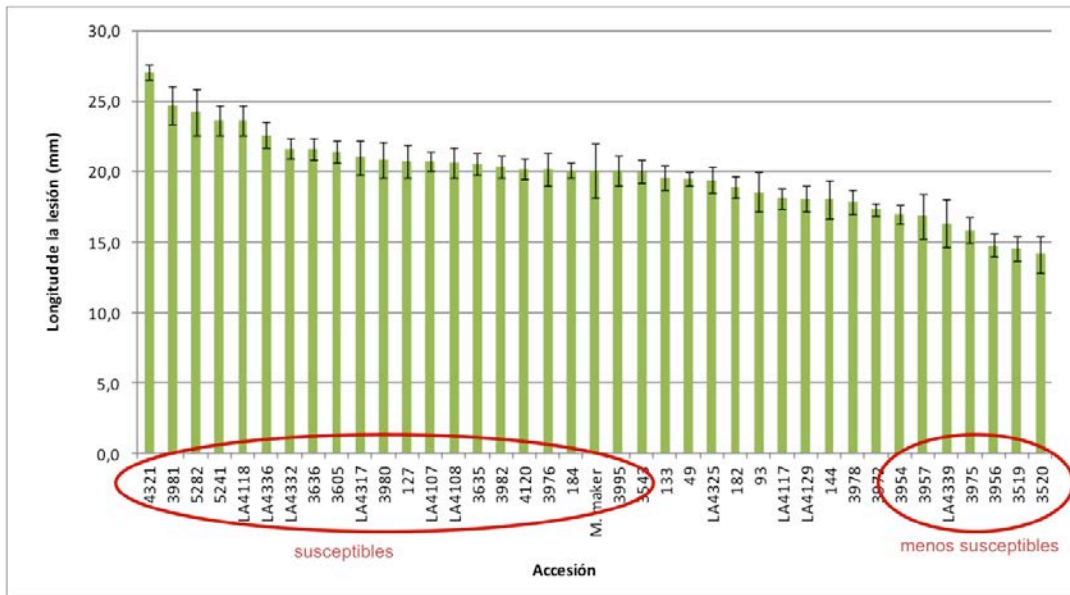


Figura 53. Susceptibilidad de accesiones de tomate silvestre a *Alternaria solani* evaluada a los 6 días desde la inoculación con el patógeno en folíolos cortados.

Accesiones encerradas en el círculo de la derecha muestran tamaños de lesiones estadísticamente diferentes a las del grupo de accesiones encerradas en el círculo de la izquierda (figuras 52 y 53).

7.8. Caracterización colecciones de germoplasma Perú.

7.8.1. Análisis de diversidad genética.

El análisis se hizo a partir de 146 accesiones las cuales fueron colectadas en ocho departamentos del Perú. Se trabajó a partir de los mismos 18 marcadores microsatélites con los que trabajó Bolivia. Los primeros fueron estandarizados.

Los picos correspondientes a los alelos obtenidos de la corrida en el analizador genético fueron visualizados mediante el software GeneMapper 4.0 los cuales muestran una estructura clara y bien definida.

7.8.2. Evaluación de Resistencia a sequía.

El ensayo para evaluación de Resistencia a sequía se realizó sobre un número de 50 accesiones, las cuales fueron crecidas bajo condiciones in vitro en tres tratamientos crecientes en su concentración de PEG (0, 40 y 60 g/l). (En tabla 8 anexo I) se presenta los porcentajes de germinación obtenidos en cada una de las dosis de PEG evaluadas y se observa que las semillas de 6 accesiones no germinaron.

En las tablas 9 y 10 del anexo I se presenta los promedios de longitud, pesos fresco y seco de tallo y raíces de 44 accesiones, estando pendiente su evaluación estadístico debido a que aún no culmina las evaluaciones de peso seco.

A partir de estos resultados se puede concluir lo siguiente:

- Las condiciones de estrés evaluadas no afectan la germinación y desarrollo de la accesión correspondiente a *S. neorickii*
- Los porcentajes de germinación promedio para 0; 4 y 6% de PEG fueron 48.5; 42.2 y 29.9%, respectivamente.
- En las especies de *Solanum* evaluadas el porcentaje de germinación promedio disminuye conforme aumenta la concentración de PEG, excepto en *S. neorickii*, en la cual fue 100% de germinación.
- El contenido de materia seca de raíces y tallos de algunas accesiones evaluadas es mayor a 4 y 6% de PEG, respecto al tratamiento control.

7.8.3. Evaluación de resistencia a enfermedades que afectan al cultivo de tomate en Perú.

Tabla 29. Grado de severidad de 10 accesiones de tomate silvestre frente a enfermedades de importancia económica.

Accesiones	Grado de severidad		
	<i>Alternaria solani</i>	<i>Phytophthora infestans</i>	<i>Botritis cinerea</i>
T1:023	1	1	
T2:027	0	4	
T3:031	0	3	
T4:033	1	2	
T5:034	0	1	
T6:035	0	1	
T7:040	0	0	
T8:041	0	0	
T9:048	0	0	
T10:133	0	1	4
T11: TESTIGO	4	5	3

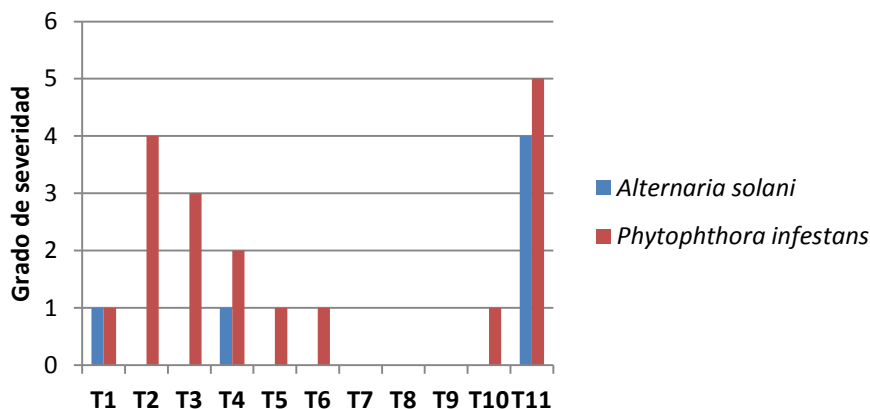


Figura 54. Grafico del grado de severidad de *Alternaria solani* y *Phytophthora infestans*

- Los tratamientos T7, T8, T9 son altamente resistentes al ataque de *Alternaria solani* y a *Phytophthora infestans* frente a los demás tratamientos.
- El tratamiento T11: variedad comercial fue la más susceptible a *Alternaria solani* y a *Phytophthora infestans*.
- Los tratamientos T4, T1 seguida del T11 mostraron también susceptibilidad de grado 1.
- Los tratamiento T2 y t3 son altamente susceptibles a *Phytophthora infestans*.

La prueba de sensibilidad se realizó a las accesiones que presentaron mejores resultados (T7, T8, T9) con el fin de corroborar su resistencia y tolerancia frente a las enfermedades de importancia en el cultivo:

El proceso empezó con la selección de las accesiones más resistentes y se extrajeron 8 hojas no muy viejas ni muy nuevas. Se desinfectaron las hojas sumergiéndolas en hipoclorito de sodio al 0.5 % y luego se enjuago tres veces con agua destilada estéril, se secaron las hojas con papel toalla estéril para después ser colocadas las 8 hojas en una placa contenida de papel toalla cortada en círculo previamente esterilizada la cual se humedeció con agua destilada estéril, una vez situadas las 8 hojas dentro de la placa se pone un disco de agar con el micelio del hongo a evaluar en el centro de la hoja, se cubre la placa con la tapa y se lleva a la cámara de crecimiento programada a 22°C. A los 5 y 6 días desde la inoculación se evaluó el avance del hongo a lo largo de la hoja con un pie de metro.

En la prueba de sensibilidad al patógeno después de los 5 y 6 días de la inoculación como indica el protocolo se hizo la evolución en la cual las tres accesiones sometidas no mostraron ningún avance del patógeno (*Alternaria solani*, *Phytophthora infestans*) por lo cual se podría decir que las accesiones son resistentes a los patógenos mencionados.

Las accesiones 040 041 048m fueron las que mostraron resistencia a enfermedades de importancia económica (*Alternaria solani*, *Phytophthora infestans*).

Las accesiones 040 041 048 tienen un gran potencial de resistencia que podría ser muy bien utilizado en programas de mejoramiento genético en variedades comerciales de tomate que son bastante susceptibles al ataque de enfermedades.

7.8.4. Tolerancia-resistencia de 10 cultivares promisorios de tomate silvestre al nematodo *Meloidogyne incognita*.

De acuerdo a las observaciones realizadas en los diferentes tratamientos del experimento se observó un desarrollo y una coloración normal de los frutos; mientras que los frutos del testigo tomate comercial no tuvieron un buen desarrollo.

Se realizaron las evaluaciones de cada uno de los tratamientos tanto de campo como en invernadero con macetas se determinó que el cultivar de código 023 y 048 fueron los mejores a nivel de invernadero; mientras que a nivel de campo se determinó que los 10 cultivares de tomate silvestre resultaron ser tolerantes o resistentes al nematodo *Meloidogyne incognita*.

7.9. Análisis transcriptómico mediante microarray.

Con el fin de analizar los perfiles transcripcionales en dos genotipos de *Solanum peruvianum* con diferentes características de resistencia a sequía se realizaron experimentos de microarray en plantas de los genotipos LA-4317 y 3519 las cuales fueron sometidas a estrés hídrico durante 30 días en invernadero. Para identificar los genes expresados diferencialmente entre control y estrés y entre los genotipos 3519 y LA4317 se realizó un análisis de ANOVA de dos vías. Los genes expresados diferencialmente fueron definidos independientemente para los tratamientos (estrés/control) y las accesiones usando la media del "fold change", mas alto que dos veces, un valor de $p < 0,01$ y $FDR < 0,05$. Un total de 206 genes fueron expresados diferencialmente entre las accesiones 3519 y LA4317 (Figura 56), mientras que 1255 genes entre estresados y controles (Figura 57).

El diagrama de Venn en la figura 55 muestra los genes comunes y los genes específicos expresados diferencialmente debido a los tratamientos y a las accesiones. El diagrama de Venn indica que la mayoría de los genes expresados diferencialmente fueron específicos de los tratamientos y de los genotipos. Se observó que solo 38 genes fueron expresados diferencialmente entre las accesiones y por el estrés, sugiriendo que serían los responsables de las diferencias fenotípicas observadas entre estas plantas durante el estrés. Entre los genes sobreexpresados por estrés en 3519 el gen codificante para AP2C1 perteneciente al clado B de la superfamilia de PP2C está involucrada en la regulación de la señalización por ABA (Brock, 2010), etileno y ácido jasmónico (Schweighofer 2007). Entre estos genes también se encontraron otros relacionados con señalización por ABA, sequía y salinidad tales como anexina y arginine decarboxilasa. Sobreexpresión de ADC2 ha mostrado reducir la razón de transpiración y conductancia estomática. Solo 13 genes mostraron cambios en sus niveles transcripcionales en la accession LA-4317, 9 genes fueron reprimidos, mientras que 4 fueron sobreexpresados. Dentro de los genes

reprimidos por el esters varios de ellos tuvieron relación con metabolism del nitrato, tales como los ortologos de NRT1.1 y NRT1.5. En Arabidopsis NRT1.1 ha sido involucrada en el control de la apertura estomática. Plantas mutantes para AtNRT1.1 tienen una menor tasa transpiratoria y una mayor tolerancia a la sequia.

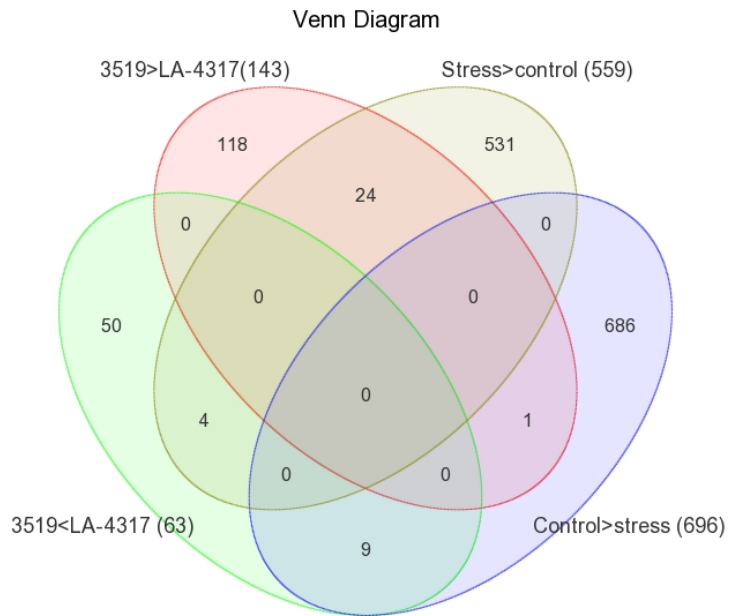


Figura55. Diagrama de Venn

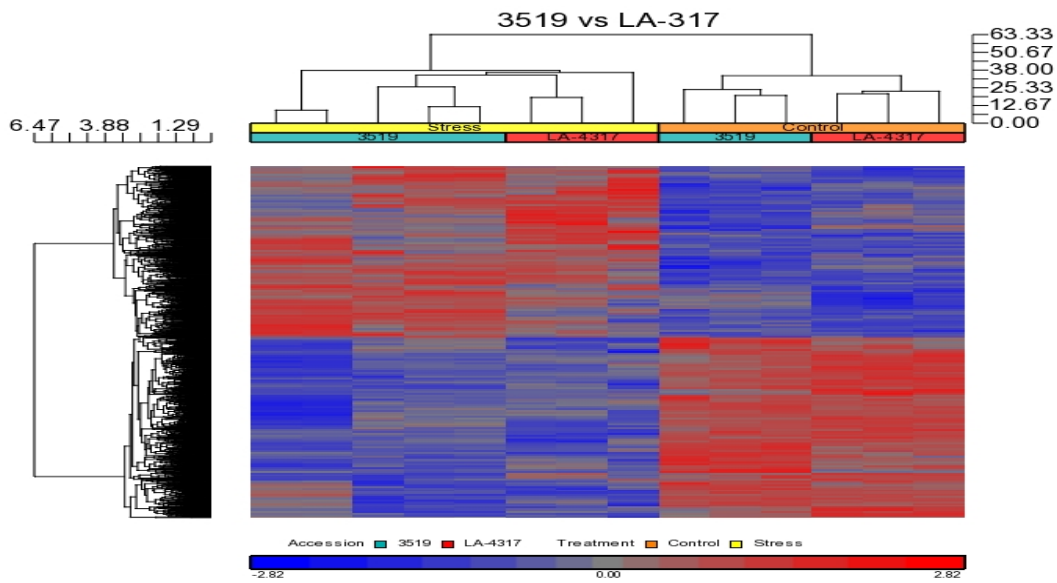


Figura 56.

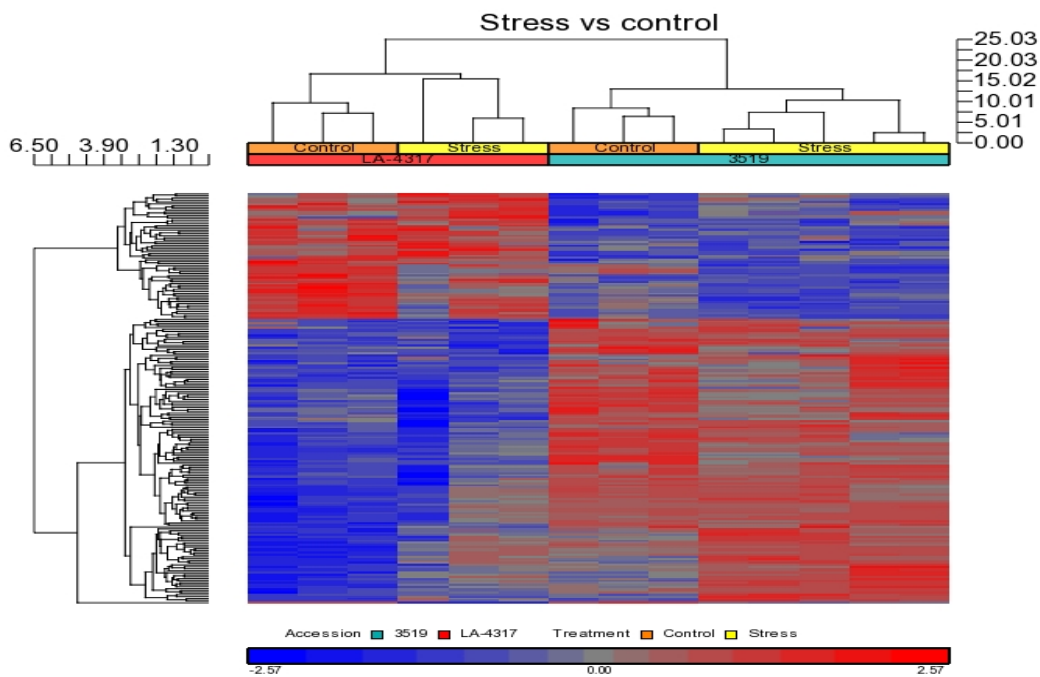


Figura 57.

7.10. Análisis de variabilidad genotípica en materiales de *S. chilense* y *S. lycopersicoides*.

El nivel de diversidad genética existente dentro de las colecciones de germoplasma pertenecientes a INIA-Chile fueron evaluadas a través del análisis de microsatélites. Para esto se utilizaron un número de 21 marcadores SSR en 10 accesiones de *Solanum chilense*

y 10 accesiones de *Solanum lycopersicoides*. Tanto las accesiones de *S.chilense* así como las de *S. lycopersicoides* presentaron una alta variabilidad intraespecífica lo cual se ve reflejado en los valores de diversidad obtenidos para cada una de ellas (0,56 y 0,46 respectivamente). Ambas especies son también claramente separadas entre si en el arbol filogenético, lo que confirma su conocida distancia genética. Mediante el uso de una plataforma de genotipado masivo SolCAP que posee mas de 7000 SNPs se identificaron cerca de 1000 SNPs polimórficos entre los materiales silvestres.

A partir de estos resultados se puede concluir que por su caracter alogámico estas especies presentan una alta variabilidad genética, la cual es una de las principales causales de su alta variabilidad fenotípica. Esto constituye una fuente natural de variabilidad, que permitiría la generación de variedades de tomate con características muy diversas, entre las cuales se puede contar ditintos grados de resistencia a sequía, así como otros tipos de estreses abióticos y bióticos.

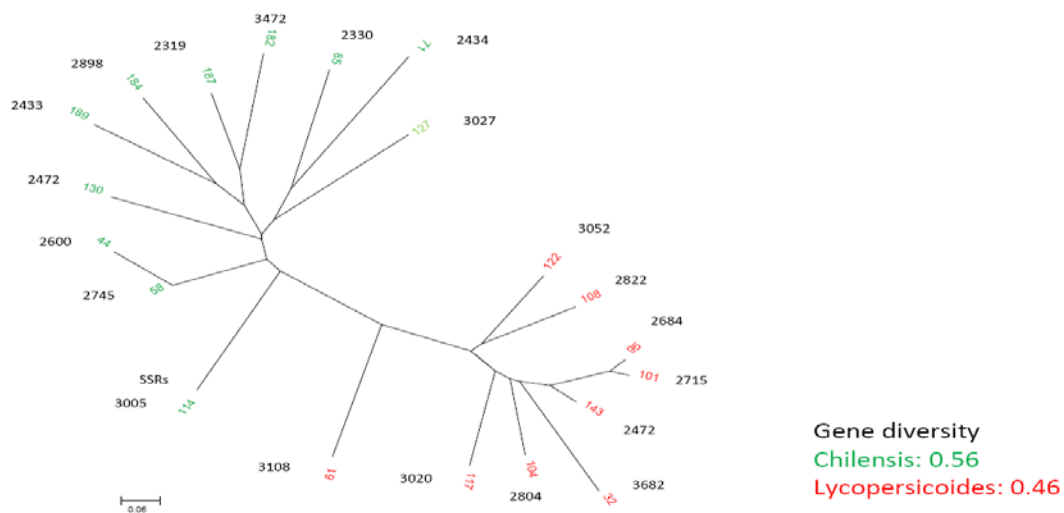


Figura 58. Arbol filogenético en el que se muestra la divergencia obtenida para una serie de accesiones de *S. chilense* y de *S. lycopersicoides* recolectadas. Las distancias fueron calculadas a partir de los resultados obtenidos con un panel de 21 SSRs.

7.11. Evaluación de zonas potenciales para la producción futura de tomate a travez de un modelo agroclimático.

El análisis bioclimático de las condicionantes de la producción del Tomate se realizó en tres partes:

- a) Preparacion de un set de cartografía climática para alimentar el modelo ecofisiológico de la especie.
- b) Modelación ecofisiológica del Tomate, incluyendo sus exigencias bioclimáticas, sensibilidades y tolerancias frente a las variables atmosféricas

c) Zonificación de zonas bioclimáticas para el Tomate, mediante la base de datos creada en la fase 1 y el modelo desarrollado en la fase 2.

Esta secuencia permitió establecer los impactos esperados del cambio climático sobre los rendimientos en diversas zonas del continente, a partir de los cual se hizo la evaluación económica de estos. Igualmente, esto permitió establecer las áreas con mayor potencial para la producción de la especie y sus posibles variaciones dentro de este siglo.

La metodología y resultados se encuentran descritos en el anexo VII.

7.12. Análisis de valorización económica de los parientes silvestres del tomate cultivado.

En el presente estudio se estimó el valor sombra de los parientes silvestres de tomate, a través del cálculo de los cambios en la producción de tomate esperados debido al cambio climático para el año 2050, asumiendo que los parientes silvestres de este cultivo pueden ser usados exitosamente para la producción de variedades adaptadas a los cambios ambientales esperados. Para el caso de Bolivia, se espera una reducción promedio de 22% de la producción para los sistemas de riego y seco; para Perú, se espera una reducción de 44% de la producción bajo riego comparado con la producción presente, mientras una ganancia de 79% para el sistema seco; y para Chile, se espera un pequeño aumento de 0.179% en la producción. Los resultados en detalle se encuentran descritos en el anexo VIII.

7.13. Actividades de difusión del proyecto.

Dentro de las actividades de difusión de este proyecto se cuenta el desarrollo de cuatro reuniones de coordinación y discusión de resultados las cuales fueron realizadas anualmente. La primera de ellas en Chillán, Chile; la segunda en Lima, Perú; la tercera en Valencia, España y la reunión final en Chillán, Chile. Estas reuniones constituyeron la principal instancia de interacción y discusión de resultados. Durante estas reuniones se presentaron avances anuales de resultados, así como se definieron compromisos entre los investigadores. Lamentablemente, la participación de Perú en estas reuniones solo fue parcial, puesto que solamente pudieron hacerse presentes en las reuniones programadas en Perú y España.

Desde el 24 al 28 de Septiembre 2012 fue la visita de Paula Santibañez a CIAT (Universidad de Chile, Centro de Agricultura y Medio Ambiente AGRIMED). La visita de Paula a CIAT acercó al equipo de economía a cargo del análisis de valoración de los parientes silvestres de tomate a la metodología SIMPROC, desarrollada por la Universidad de Chile para estimar los efectos de cambio climático en el rendimiento de cultivos. De igual manera, Paula tuvo la posibilidad de interactuar con las personas involucradas en la modelación de cambio climático y generación de información para análisis para cambio climático que se encuentran en el programa "Decision and Policy Analysis Program" (DAPA) de CIAT.

Durante las reuniones anuales de coordinación se programaron un total de 4 workshops. Estos permitieron dar a conocer los principales alcances del proyecto, así como una interacción con académicos, investigadores, profesionales, estudiantes y también empresarios del rubro hortícola, generándose enriquecedoras discusiones. Los workshops realizados en Chile y España contaron con el desarrollo de afiches que fueron distribuidos en distintas zonas del país. En el caso de Chile los Workshop tuvieron una cobertura nacional. Los programas y afiches de los workshops se encuentran en el anexo IX.

Dentro de las actividades de difusión también se realizó un curso teórico práctico de análisis genéticos el cual fue dictado por el Investigador del IBMCP Dr. Antonio Monforte y conto con la participación de 20 investigadores dedicados a Recursos genéticos y Mejoramiento genético de cultivos vegetales y tuvo una duración de 5 días (Anexo IX).

Las publicaciones científicas generadas a la fecha por este proyecto son las siguientes:

Gabriel, J, Sanabria, D, Veramendi, S, Plata, G, Angulo, A, Crespo, M (2013). Resistencia Genética de Híbridos de Tomate [*Solanumlycopersicum* L. (Mill.)] alVirus del Bronceado (TSWV). *Agronomía Costarricense*, 37(1):61-69.

Patiño F., Condori B., Cadima X. y Crespo M. Validation of predictive models to identify collection sites of wild tomato species in Bolivia. Submitted to *Chilean Journal of Agricultural Research*.

Julio, G, López, E, Magne, J, Angulo, A, Luján, R, La Torre, J, Crespo, M. 2013. Genetic basis of inheritance for morphological, agronomic and agro-industries characteristics in hybrid tomato *Solanum lycopersicum* L. (Mill). *JSAB*, 1(1):37-46.

Tapia, G, Ruiz-Lara, S. Acclimation to salt and drought stress induces changes in soluble sugar accumulation in leaves of wild tomato *Solanum peruvianum* to tolerate long-term water deprivation. Submitted to *Plant Physiology and Biochemistry*, Mayo, 2014.

Otras publicaciones.

-Gerardo Tapia, Hernan Acuña, Luis Inostroza. Recursos Genéticos para hacer frente al cambio climático. *Revista Tierra adentro*, Noviembre-Diciembre 2009.

-Ficha técnica titulada "Trascendentales características que atesoran las especies silvestres, Proinpa, Bolivia.

-Cambio climático obliga a mejoramiento genético del agro, *Diario Concepción*, Lunes 26 Mayo 2014.

-Triptico, Importancia del tomate Silvestre frente al Cambio climático.

-Tres Posters de difusión de Workshops en Chile y España.

-Pagina web, Wild tomatoes for climate change, <http://dapa.ciat.cgiar.org/wild-tomatoes-for-climate-change/> (publicado en Mayo 16, 2011, con 742 visitas hasta la fecha).

Presentaciones Congresos Científicos.

Riveros, G., Tapia, G., Rios, Darcy. Protoplast fusion in tomato. p. 88, VIII Reunión Biología Vegetal, Pucón, Chile, 2-5 Diciembre, 2013.

Arrey, O., Stappung, Y., Tapia, G. Studies of the expression of adaptative differential mechanisms in two genotypes of *Solanum peruvianum* L. during water stress. VIII Reunión Biología Vegetal, Pucón, Chile, 2-5 Diciembre 2013.

Tapia, G; Arrey, O. Effect of drought and high radiation stresses in ROS scavenge enzyme activities for germplasm collection of wild tomatoes. p. 72. VIII Reunión Biología Vegetal, Pucón, Chile, 2-5 Diciembre 2013.

Morales, C., Tapia, G., Balbontin, C. Expression of lipid transfer protein genes(NSLTPs) during fruit development and acclimatation to drought stress in *Solanum* spp. p.92. VIII Reunión Biología Vegetal, Pucón, Chile, 2-5 Diciembre, 2013.

Tapia G, Mendez J, Inostroza L, Leon L. Physiological and VIS/NIR characterization of drought tolerance in germplasm collection of chilean wild tomatoes. P-2-128. Plant Biology Congress Freiburg 2012. Freiburg, Germany, 29-julio-2012 al 3 Agosto 2012, Kongress&Kommunikation gGmbH.

Tapia, G., Parra, K. 2011. Caracterización fisiológica de especies silvestres de tomate, *S. peruvianum* y *S. chilense* colectadas en el norte de Chile, sometidas a estrés hídrico. R-182. Biological Research, LIV Reunión Anual Sociedad de Biología de Chile, 6-9 Noviembre 2011. Puerto Varas, Chile.

Tapia, G., Parra, K., Inostroza, L. 2011. Determination and evaluation of characters of drought tolerance in germplasm collection of wild tomato. p99. Conference Molecular Basis of Plant stress, 21-23 Septiembre, 2011, Varna, Bulgaria.

Tapia, G; Garcia, R. 2009. Caracterización de la tolerancia a estrés hídrico en una colección de germoplasma de tomate silvestre. Simposio de Recursos Genéticos para America Latina y el Caribe. Pucón, Chile. 28-30, Octubre, 2009.

Rodriguez PL, Tapia G, Gonzalez-Guzman M, Rodriguez L, Fernandez A, Pons C, Monforte A, Orzaez D, Granell A (invited speaker). Search for drought tolerance genes in tomato germplasm and functional assessment of the ABA PYR PYL gene family. International Solanaceae Genome Conference SOL2012, Neuchatel, Switzerland 26-30 August 2012.

Tapia G; Mendez J; Suescun F; Inostroza L; Alcorta M; Parra K.; Fernandez A; Pons C; Orzaez, D, Rodriguez PL, Monforte A, Granell A. Physiological and molecular characterization of drought stress tolerance in wild relatives of tomato. International Solanaceae Genome Conference SOL2012, Neuchatel, Switzerland 26-30 August 2012.

Rodriguez PL, Gonzalez-Guzman M, Rodriguez L, Fernandez A, Pons C, Poma D, Monforte A, Orzaez D, Tapia G, Granell A (invited speaker). Stress tolerance and ABA signaling through PYR/PYL receptors and PP2Cs in tomato. SOL 2013 The 10th Solanaceae Conference. From discovery to applications. 13 to 17 October, Beijing, China.

Morvah George; Nora Castañeda; Tiina Särkinen; Iris Peralta; Sandra Knapp. Global gap analysis of *ex situ* germplasm collections of the wild relatives of the cultivated tomato (*Solanum lycopersicum* L.). SOL2012 The 9th Solanaceae Conference.

Tesis de grado.

1) Monserrat Castro, Tesis de pregrado, Biotecnología Vegetal, Universidad de Concepción. 2013. Expresión relativa de genes asociados a la biosíntesis de antocianinas en *Solanum lycopersicoides* Dunal y *Solanum peruvianum* L.

2) Oscar Arrey, Tesis de pregrado, Biotecnología Vegetal, Universidad de Concepción. 2014. Estudio de la expresión y regulación génica en dos genotipos de *Solanum peruvianum* L. frente a estrés hídrico.

3) Victoria Moya, Tesis de pregrado, Biotecnología Vegetal, Universidad de Concepción. En desarrollo. Rol del etileno en factores de crecimiento y desarrollo frente al estrés por sequía en *Solanum lycopersicum* L y *Solanum peruvianum* L.

4) Nicolas Bravo, Tesis de pregrado, Biotecnología Vegetal, Universidad de Concepción. En desarrollo. Evaluación del desarrollo y estructura radicular en una colección de germoplasma de tomate silvestre.

5) Carlos Morales, Tesis de pregrado, Bioingeniería, Universidad de Concepción, Concepción. 2014. Estudio del gen PaLTPG1 y su relación con el cracking en *prunus avium* usando como modelo de estudio *Solanum lycopersicum*.

6) Jorge Burgos, Tesis de pregrado, Biología Marina, Universidad de Concepción, Concepción. En Desarrollo. Análisis de librerías de RNAseq de plantas de *Solanum peruvianum* y *Solanum lycopersicum* frente a tratamientos con PEG, ABA y etileno.

7) Fernando Patiño Rojas, Maestría en Conservación de Recursos Fitogenéticos y Biotecnología Aplicada, Universidad Mayor de San Simón, Bolivia, 2011. Evaluación de modelos predictivos para la identificación de sitios de colecta de especies silvestres de tomate en Bolivia.

8) Andrea Torrico Ferrufino, Maestría en Conservación de Recursos Fitogenéticos y Biotecnología Aplicada, Universidad Mayor de San Simón, Bolivia, 2011. Estudio morfológico y molecular de la diversidad genética del tomate silvestre (*Solanum* spp.) boliviano.

9) Stephany Suárez, estudiante de Economía de la Universidad del Valle (Cali, Colombia) y Diana Carolina Lopera, estudiante de maestría en Economía en la Universidad Pontificia Javeriana (Colombia) estuvieron vinculadas como estudiantes, ambas trabajando en el tema: "Valoración económica de los recursos genéticos de tomate".

8. Conclusiones y Recomendaciones.

Durante este trabajo de investigación se ha colectado semillas de distintos materiales de tomate perteneciente a diversas especies silvestres. Estas colecciones han sido caracterizadas en distinto grado por cada uno de los países, en muchos casos, dependiendo de las capacidades de equipamiento y recursos humanos disponibles. Se han establecido vínculos de transferencia de conocimientos fundamentalmente entre INIA-Chile y Proinpa-Bolivia los cuales han compartido metodologías y experiencias de investigación. Esto ha dado lugar a un adecuado desarrollo de las actividades de investigación relacionadas con la caracterización de colecciones de germoplasma. El retraso en las actividades desarrolladas por Perú afectó muy negativamente el óptimo desarrollo del proyecto en este país, así como su interacción con sus principales asociados, Chile y Bolivia. A pesar de ello, un investigador de INIA-Perú fue capacitado en el desarrollo de actividades de caracterización en tomate en INIA-Chile a la vez que participó de un curso internacional desarrollado como parte de este proyecto en INIA-Chile. A su vez existió una interacción fuerte entre U. Chile-Chile y CIAT-Colombia, cuya interacción dio lugar al desarrollo conjunto de la evaluación económica, la cual fue desarrollada por CIAT utilizando como base los resultados generados por la Universidad de Chile.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que las especies *Solanum chilense* y *Solanum lycopersicoides* presentan una alta diversidad como ha sido previamente descrito por otros autores. Así mismo, los resultados generados por Bolivia demuestran también una alta diversidad genética en la colección de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*, lo cual dista de la baja variabilidad reportada anteriormente por Arias et al. (2010) y Peteira et al., (2001).

De la misma forma la alta variabilidad genética encontrada en las colecciones de *Solanum chilense* se encuentran asociadas a una alta diversidad fenotípica en lo que respecta a caracteres evaluados relacionados con tolerancia a sequía. Entre ellos se destacan la acumulación de azúcares solubles, diferencias en densidad estomática, composición de distintos sets de enzimas antioxidantes y compuestos antioxidantes. Junto con *Solanum chilense* se identificaron genotipos altamente promisorios en *Solanum peruvianum*, los cuales poseen una mayor cercanía genética con el tomate cultivado. Los genotipos de *Solanum peruvianum* mostraron así mismo una alta variabilidad fenotípica. Producto de esto son las diferencias encontradas entre dos genotipos de *S. peruvianum* relacionadas a sus perfiles transcripcionales. Ambos genotipos fueron recolectados en zonas de distinta altitud a lo largo del río Lluta y por tanto sometidos a distintas condiciones de temperatura y eventualidad de lluvias. Las adaptaciones medioambientales dentro de esta especie la proponen como un candidato interesante para su uso en mejoramiento genético.

Gracias a este proyecto fue posible identificar mecanismos asociados a tolerancia a sequía en tomate, tales como la regulación en la acumulación de azúcares solubles, prolina, densidad estomática así como enzimas antioxidantes. Estos resultados han sido correlacionados con la expresión de genes específicos en dos accesiones contrastantes,

seleccionando genes de interés, los cuales pueden ser utilizados en especies cultivadas para conferir tolerancia a condiciones adversas.

Las próximas iniciativas apuntan al estudio de genes específicos identificados durante este proyecto así como la obtención de híbridos entre genotipos de *Solanum peruvianum* y *Solanum lycopersicum*. En este sentido nos concentraremos en la transferencia de aquellos caracteres diferenciales entre las especies silvestres y cultivadas.

9. Bibliografía citada.

Blum A (1988) Plant breeding for stress Environments. CRC. Boca Raton, FL, EEUU.223pp.

Ramírez-Villegas, J. et al., 2010. A gap analysis methodology for collecting crop genepools: a case study with phaseolus beans. PloS one, 5(10), p.e13497.

Elith, J. et al., 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. Ecography, 29(2), pp.129-151. Available at: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.2006.0906-7590.04596.x>.

Hijmans, R.J. et al., 1999. Using GIS to check co-ordinates of genebank accessions. Genetic Resources and Crop Evolution, 46, pp.291-296.

Hijmans, R.J. et al., 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology, 25, pp.1965-1978.

Liu, C. et al., 2005. Selecting thresholds of occurrence in the prediction of species distributions. Ecography, 3(December 2004), pp.385-393.

Nix, H.A. 1986. A biogeographic analysis of Australian elapid snakes. In: Atlas of Elapid Snakes of Australia. (Ed.) R. Longmore, pp. 4-15. Australian Flora and Fauna Series Number 7. Australian Government Publishing Service: Canberra.

Peralta, I.E., Spooner, D.M. & Knapp, S., 2008. Taxonomy of wild tomatoes and their relatives (solanum sect. Lycopersicoides, sect. Juglandifolia, sect. Lycopersicon; Solanaceae). Systematic Botany Monographs, 84. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1448461>.

Ramírez-Villegas, J. et al., 2010. A gap analysis methodology for collecting crop genepools: a case study with phaseolus beans. PloS one, 5(10), p.e13497. Available at: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2958131&tool=pmcentrez&rendertype=abstract> [Accessed September 28, 2011].

USDA, ARS, National Genetic Resources Program. Germplasm Resources Information Network - (GRIN) [Online Database]. National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland. URL: http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/tax_search.pl (Diciembre 2009).

ANEXO I.

Tabla 1. Matriz de datos morfológicos de accesiones de tomate caracterizadas en la gestión 2010-2011

	Accesión	Especie	TC	DPT	DF	TH	TI	CC	TCO	CEFNM	RVF	FPF	TF	HTF	LF	AF	CEFM	NEC	FHF	LPDCA	ACP	CPFM	CCP
1.	CL 001	cer	4	5	7	3	1	2	2	5	1	2	3	3	3.50	5.37	5	5	5	1.07	0.50	2	5
2.	CL 002	cer	4	5	7	3	1	2	2	5	1	2	2	2	3.25	4.19	2	3	3	0.50	0.50	2	2
3.	CL 005	cer	4	5	7	3	1	2	2	5	1	2	2	3	3.45	4.40	2	3	3	0.70	0.40	2	2
4.	CL 008	cer	4	5	7	3	1	2	2	3	0	3	2	5	3.57	3.81	5	2	1	0.50	0.40	2	5
5.	CL 010	cer	4	5	7	3	1	2	2	3	0	6	3	3	5.13	2.70	5	2	1	0.90	0.40	2	5
6.	CL 011	cer	4	5	7	3	1	2	2	5	1	3	2	3	3.01	3.54	2	3	1	0.90	0.45	2	2
7.	CL 012	cer	4	5	7	3	1	2	2	5	1	2	2	2	2.61	3.18	5	1	1	0.60	0.40	2	5
8.	CL 013	cer	4	5	7	3	1	2	2	5	1	3	2	3	2.91	3.63	4	3	3	0.70	0.50	1	5
9.	CL 014	cer	4	5	5	3	1	2	2	5	1	3	1	7	2.20	2.25	5	1	1	1.00	0.30	2	5
10.	CP 003	cer	4	3	7	3	1	2	2	3	1	3	1	7	1.98	2.22	3	1	1	0.91	0.20	2	5
11.	CPL 001	chm	4	5	5	4	1	2	2	3	1	3	1	7	1.17	1.40	1	1	1	0.30	0.20	1	1
12.	CPL 003	cer	4	5	7	3	1	2	2	3	1	3	2	5	3.30	3.28	5	3	1	0.80	0.50	2	5
13.	CPL 004	chm	4	3	5	3	1	2	2	3	1	3	1	7	1.46	1.56	1	1	1	0.40	0.20	1	1
14.	CPL 005	chm	4	5	5	3	1	2	2	3	1	3	1	7	1.38	1.54	1	1	1	0.40	0.20	1	1
15.	CPL 006	chm	4	3	5	3	1	2	2	3	1	3	1	7	1.33	1.43	1	1	1	0.40	0.20	1	1
16.	CPL 007	cer	4	3	7	3	1	2	2	5	1	4	2	5	3.64	3.86	5	3	1	0.90	0.50	2	5
17.	LA 2076	cer	4	5	7	3	1	2	2	2	1	3	1	7	2.07	2.40	5	1	1	0.70	0.30	2	5
18.	LA 2807	cer	4	5	7	3	1	2	2	2	1	3	1	7	1.88	1.88	2	1	1	0.50	0.30	2	2
19.	LA 2660	cer	4	3	7	3	1	2	2	1	1	3	1	7	0.86	0.80	5	5	1	0.90	0.20	2	5
20.	LA 2077	cer	4	5	7	3	1	2	2	3	1	3	1	7	1.71	2.17	5	1	1	0.70	0.30	2	5
21.	LA 2871	cer	4	5	7	3	1	2	2	3	1	3	1	7	2.19	2.49	2	1	1	0.70	0.40	2	2
22.	LA 2977	cer	4	3	7	3	1	2	2	3	1	3	1	7	2.18	2.61	5	1	1	0.70	0.40	2	5
23.	LA 1385	lym	4	5	7	3	1	2	2	3	1	3	1	7	1.77	1.98	5	1	1	0.80	0.20	2	5
24.	LA 2095	lym	4	5	7	3	1	2	2	3	1	2	1	3	3.12	4.33	5	1	5	1.01	0.50	2	5
25.	LA 2696	lym	4	5	7	3	1	2	2	3	1	2	1	7	1.90	2.04	4	1	1	0.50	0.30	1	4

26.	LA 1716	neo	4	5	7	3	1	2	2	3	1	2	1	7	1.59	1.70	1	1	1	0.50	0.20	1	1
27.	LA 2133	neo	4	5	7	3	1	2	2	3	1	2	1	7	1.47	1.62	1	1	1	0.50	0.20	1	1
28.	LA 2319	neo	4	5	7	3	1	2	2	3	1	2	1	7	1.43	1.52	1	1	1	0.50	0.20	1	1
29.	LA 1028	chm	4	5	5	4	1	2	2	3	1	2	1	7	1.50	1.65	1	1	1	0.60	0.20	1	1
30.	LA 2695	chm	4	5	5	3	1	2	2	3	1	2	1	7	1.46	1.58	1	1	1	0.60	0.20	1	1
31.	LA 2680	chm	4	5	5	4	1	2	2	3	1	2	1	7	1.64	1.78	1	1	1	0.60	0.20	1	1

Tabla 2. Matriz de datos morfológicos de accesiones de tomate caracterizadas en la gestión 2011-2012

	ACCESIO N	Sp*	T P	T H	DP T	C C	T I	CFN M	RV F	FP F	D F	LF	S F	CA P	LPDC A	CF M	CPF M	FCT F	N L	FC P	AZ P	FTF F	REN D
1.	CPL 007	chm	1	3	2	2	1	2	2	3	1	15. 0	1	2	0.70	6	5	1	2	1	1	3	3
2.	CMP 001	cer	1	3	2	2	2	3	2	3	1	25. 8	2	2	0.70	2	3	1	2	1	2	3	2
3.	CMP 003	cer	1	3	2	2	3	2	2	2	2	25. 2	2	2	1.06	5	1	1	3	1	2	2	2
4.	CMP 005	cer	1	3	2	2	1	2	2	2	2	36. 8	2	2	0.78	5	1	1	3	1	2	3	1
5.	CMP 006	cer	1	3	2	2	1	2	2	3	1	25. 0	2	2	0.86	5	1	1	2	1	2	3	2
6.	CMP 008	cer	1	3	2	2	2	1	2	3	2	27. 4	2	2	1.10	5	1	1	4	1	2	3	3
7.	CMP 012	cer	1	3	2	2	1	2	2	2	1	22. 2	2	2	0.92	5	1	1	4	1	2	3	2
8.	CMP 015	cer	1	3	2	2	1	2	2	2	1	24. 8	2	2	0.80	2	3	1	3	1	2	3	2
9.	CMP 024	cer	1	5	2	2	1	2	2	2	1	23. 4	2	2	0.80	5	1	1	4	1	2	3	3
10.	CMP 022	cer	1	3	2	2	1	2	2	3	2	28. 0	3	2	0.78	5	1	1	3	1	3	3	2
11.	CPM 021	cer	1	3	2	2	1	2	2	3	2	26. 0	3	2	0.86	5	1	1	3	1	3	3	2
12.	CMP 020	cer	1	3	2	2	1	2	2	2	1	20. 6	3	2	1.02	5	1	1	3	1	4	3	3
13.	CMP 019	cer	1	3	2	2	1	2	2	3	1	18. 18.	2	2	0.94	5	5	1	3	1	3	3	3

												2												
14.	CMP 018	cer	1	3	2	2	1		1	2	3	1	25. 4	2	2	1.20	5	1	1	4	1	2	3	2
15.	CMP 017	cer	1	3	2	2	1		2	2	2	2	26. 2	2	2	1.06	5	1	1	3	1	2	2	3
16.	PL 002	chm	1	3	1	2	1		1	2	3	1	14. 5	2	2	0.52	6	5	1	2	1	1	3	3
17.	CPL 001	chm	1	3	1	2	1		2	2	3	1	12. 0	1	2	0.40	1	5	1	2	1	1	3	3
18.	CMP 026	cer	1	3	2	2	1		2	2	2	2	27. 2	2	2	0.96	5	1	1	3	1	2	3	2
19.	CMP 027	cer	1	3	2	2	1		2	2	2	2	26. 0	2	2	0.90	5	1	1	3	1	2	3	3
20.	CMP 028	cer	1	3	2	2	1		2	2	3	1	24. 4	2	2	0.80	5	1	1	3	1	2	3	2
21.	CMP 030	cer	1	3	2	2	1		2	2	2	2	27. 0	2	2	0.72	5	1	1	3	1	2	3	2
22.	CMP 031	cer	1	3	2	2	1		2	2	3	1	21. 0	2	2	0.62	2	3	1	3	1	2	3	3
23.	CMP 033	cer	1	3	2	2	1		3	2	3	1	24. 8	1	2	0.58	5	1	1	3	1	1	3	2
24.	CMP 036	cer	1	3	2	2	1		2	2	3	1	23. 8	2	2	0.76	5	1	1	3	1	2	3	2
25.	PCM 011	cer	1	3	2	2	1		2	2	3	1	20. 6	1	2	0.72	5	1	1	2	1	1	3	2
26.	PCM 010	cer	1	3	2	2	1		2	2	2	1	21. 2	1	2	0.80	5	1	1	3	1	1	3	2
27.	PCM 007	cer	1	3	2	2	1		2	2	2	2	23. 4	2	2	0.90	5	1	1	3	1	3	3	3
28.	PCM 004	cer	1	3	2	2	2		2	2	2	2	32. 8	2	2	1.00	5	1	1	4	1	2	3	2
29.	PCM 003	cer	1	3	2	2	1		2	2	2	2	26. 8	2	2	0.70	5	1	1	3	1	3	3	2
30.	PCM 002	cer	1	3	2	2	1		2	2	2	2	28. 4	2	2	0.70	5	1	1	4	1	2	3	2
31.	PCM 001	cer	1	3	2	2	1		2	2	3	1	25. 0	2	2	0.72	5	1	1	3	1	2	3	2
32.	PCM 005	cer	1	3	2	2	1		2	2	2	2	27. 2	2	2	0.82	5	1	1	3	1	2	3	2

												8												
33.	CPL 004	chm	1	3	1	2	1		2	2	3	1	12.2	1	2	0.42	1	5	1	2	1	1	3	3
34.	PCM 014	cer	1	3	2	2	1		2	2	2	1	23.4	2	2	0.62	5	1	1	3	1	2	3	2
35.	PCM 015	cer	1	3	2	2	1		2	2	2	2	27.2	2	2	0.74	5	1	1	4	1	2	3	2
36.	PCM 019	cer	1	3	2	2	1		2	2	3	1	20.6	1	2	0.62	5	1	1	3	1	2	3	2
37.	PCM 021	cer	1	3	2	2	1		1	1	3	2	38.8	2	2	0.74	5	1	1	3	1	2	3	1
38.	CMP 025	cer	1	3	2	2	1		1	1	3	2	27.2	2	2	0.86	5	1	1	3	1	3	3	2
39.	PCM 008	cer	1	3	2	2	1		1	2	2	2	25.0	2	2	0.96	5	1	1	3	1	3	3	2
40.	CPL 005	chm	1	3	1	2	1		2	2	3	2	12.2	2	2	0.42	1	5	1	2	1	1	3	3

• cer = *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*; chm = *S. chmielewskii*

Tabla 3. Matriz de datos morfológicos de accesiones de tomate caracterizadas en la gestión 2012-2013

	ACCESION	Sp*	TP**	TH	DPT	CC	TI	CEFNM	RVF	FPF	DF	LF	SF	CAP	LPDCA	CFM	CFPM	FCTF	NL	FCP	AZP	FTFF	REND
41.	CMP 009	cer	1	3	2	2	2	1	2	3	2	27.4	2	2	1.10	5	1	1	4	1	2	3	3
42.	CMP 011	cer	1	3	2	2	1	2	2	2	1	22.2	2	2	0.92	5	1	1	4	1	2	3	2
43.	CMP 014	cer	1	3	2	2	1	2	2	2	1	24.8	2	2	0.80	2	3	1	3	1	2	3	2
44.	CMP 023	cer	1	5	2	2	1	2	2	2	1	23.4	2	2	0.80	5	1	1	4	1	2	3	3
45.	RM 001	cer	1	3	2	2	1	2	2	2	1	20.6	3	2	1.02	5	1	1	3	1	4	3	3
46.	CMP 016	cer	1	3	2	2	1	2	2	2	2	26.2	2	2	1.06	5	1	1	3	1	2	2	3
47.	PL 001	chm	1	3	1	2	1	1	2	3	1	14.5	2	2	0.52	6	5	1	2	1	1	3	3
48.	CMP 037	cer	1	3	2	2	1	2	2	3	1	24.4	2	2	0.80	5	1	1	3	1	2	3	2
49.	CMP 029	cer	1	3	2	2	1	2	2	2	2	27.0	2	2	0.72	5	1	1	3	1	2	3	2
50.	CMP 032	cer	1	3	2	2	1	2	2	3	1	21.0	2	2	0.62	2	3	1	3	1	2	3	3

51.	CMP 034	cer	1	3	2	2	1	3	2	3	1	24.8	1	2	0.58	5	1	1	3	1	1	3	2
52.	CMP 035	cer	1	3	2	2	1	2	2	3	1	23.8	2	2	0.76	5	1	1	3	1	2	3	2
53.	PCM 009	cer	1	3	2	2	1	2	2	2	1	21.2	1	2	0.80	5	1	1	3	1	1	3	2
54.	RM 003	cer	1	3	2	2	1	2	2	2	2	26.8	2	2	0.70	5	1	1	3	1	3	3	2
55.	PCM 006	cer	1	3	2	2	1	2	2	2	2	27.8	2	2	0.82	5	1	1	3	1	2	3	2
56.	PCM 018	cer	1	3	2	2	1	2	2	3	1	20.6	1	2	0.62	5	1	1	3	1	2	3	2
57.	PCM 020	cer	1	3	2	2	1	1	1	3	2	38.8	2	2	0.74	5	1	1	3	1	2	3	1
58.	RM 004	cer	1	3	2	2	1	1	2	2	2	25.0	2	2	0.96	5	1	1	3	1	3	3	2

* cer = *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*; chm = *S. chmielewskii*

** TP = Tamaño planta, TH = Tipo hoja, DPT = densidad pubescencia tallo, CC = color corola, TI = tipo inflorescencia, CEFNM = color exterior fruto no maduro, RVF = rayas verdes en el fruto, FPF = forma predominante del fruto, DF = Diametro fruto, LF= longitud de fruto, SF = suavidad del fruto, CAP = capa de abscisión del pedicelo, LPDCA = longitud pedicelo - capa de abscisión, CFM = color fruto maduro, CFPM = color interior fruto pelado maduro, FCTF= forma corte transversal fruto, NL = Numero lóculos, FCP = forma cicatriz pistilo, AZP = Acostillado zona peduncular, FTFF = Forma Terminal Floracion Fruto, REND = Rendimiento.

Figura 1. Dendograma elaborado en base a datos morfológicos de accesiones de tomate silvestre y asilvestrado, caracterizadas entre las gestiones 2010-2011, 2011-2012 y 2012-2013

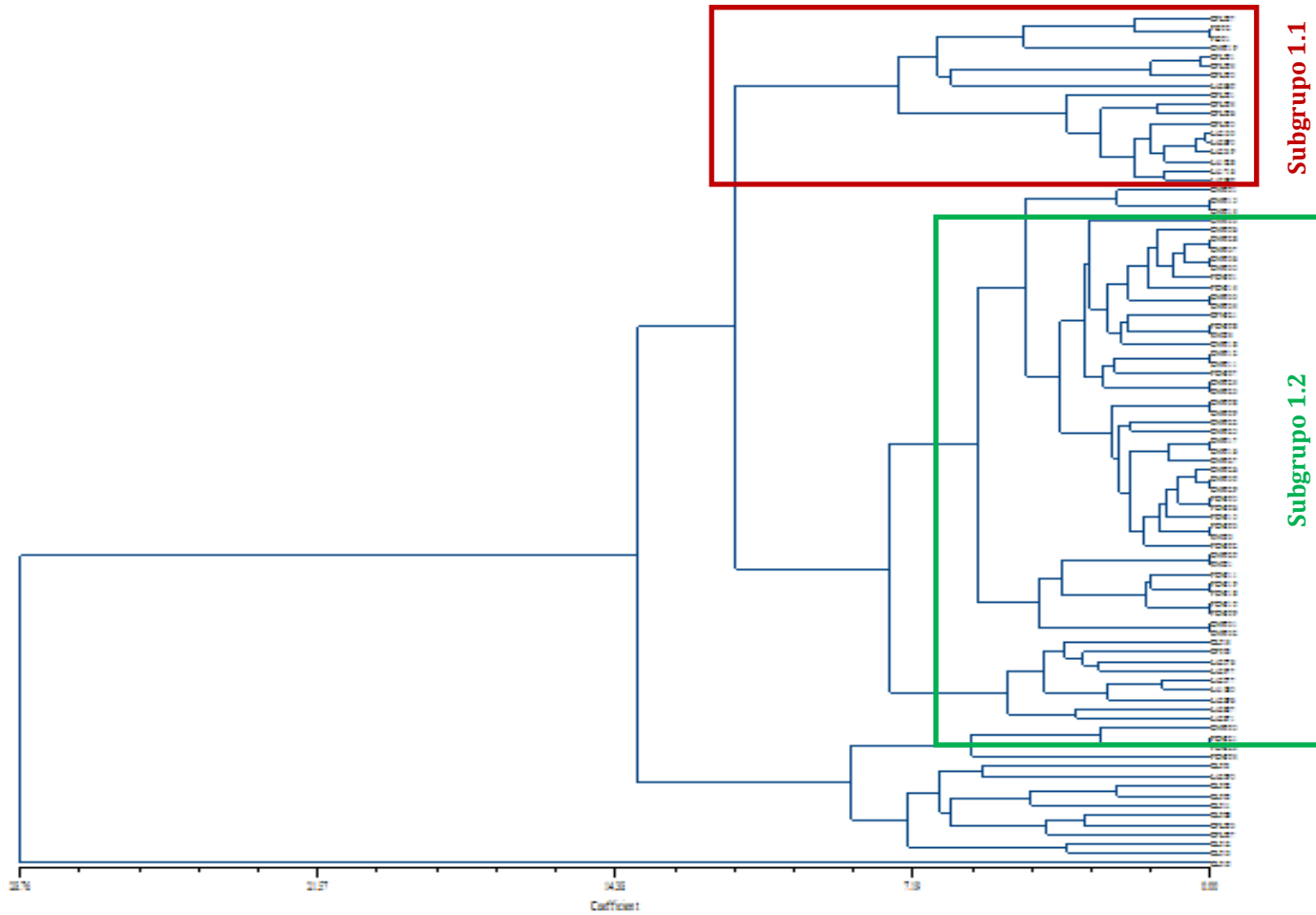


Figura 2. Dendrograma de accesiones de tomate silvestre y asilvestrado, generado a partir de datos moleculares mediante el programa NTSYS-pc 2.10 por el método UPGMA y Coeficiente de similitud de Jaccard.

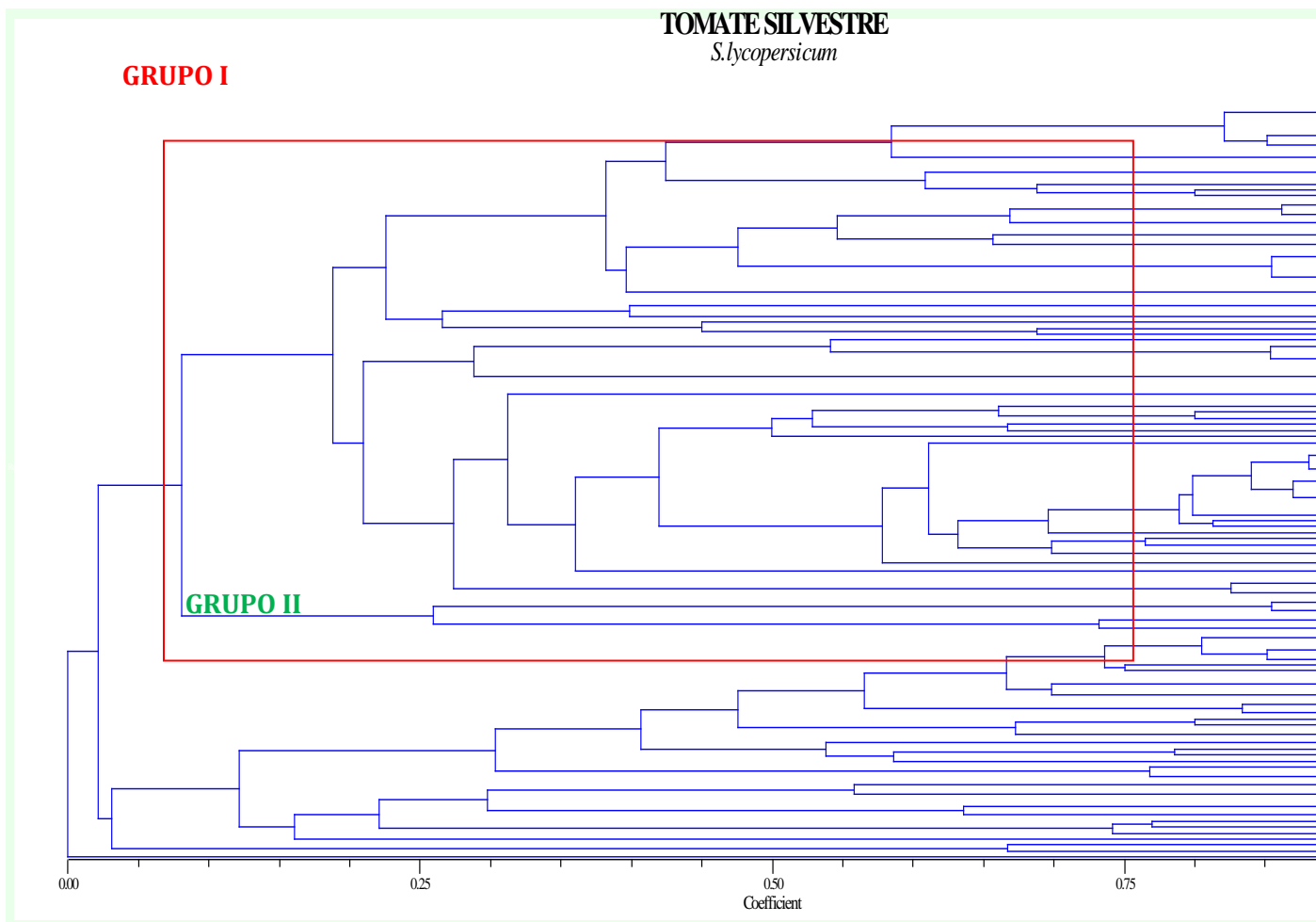


Figura 3. Dendrograma desglosado correspondiente al Grupo I conformado por accesiones de la especie asilvestrada *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*

TOMATE SILVESTRE
S. lycopersicum

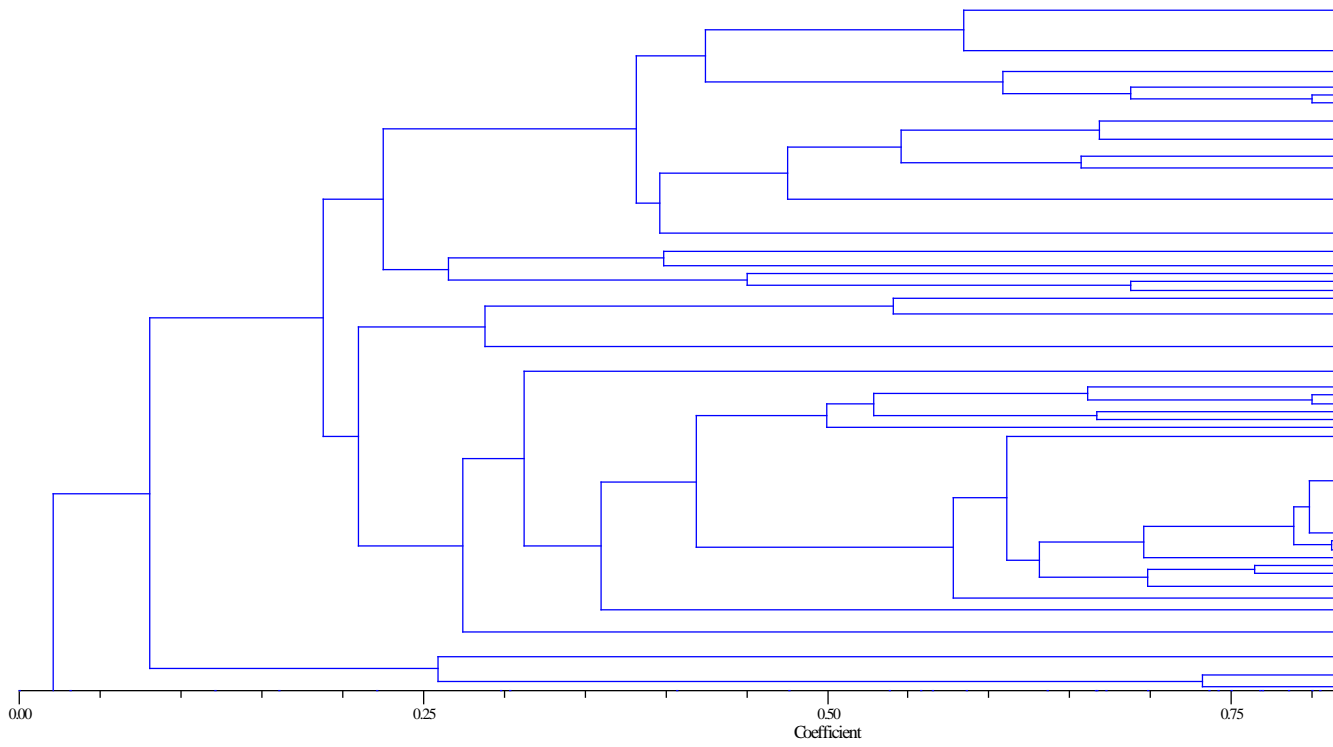


Figura 4. Dendrograma desglosado correspondiente al Grupo II conformado por accesiones de las especies silvestres *S. neorickii* y *S. chmielewskii*

TOMATE SILVESTRE
S. lycopersicum

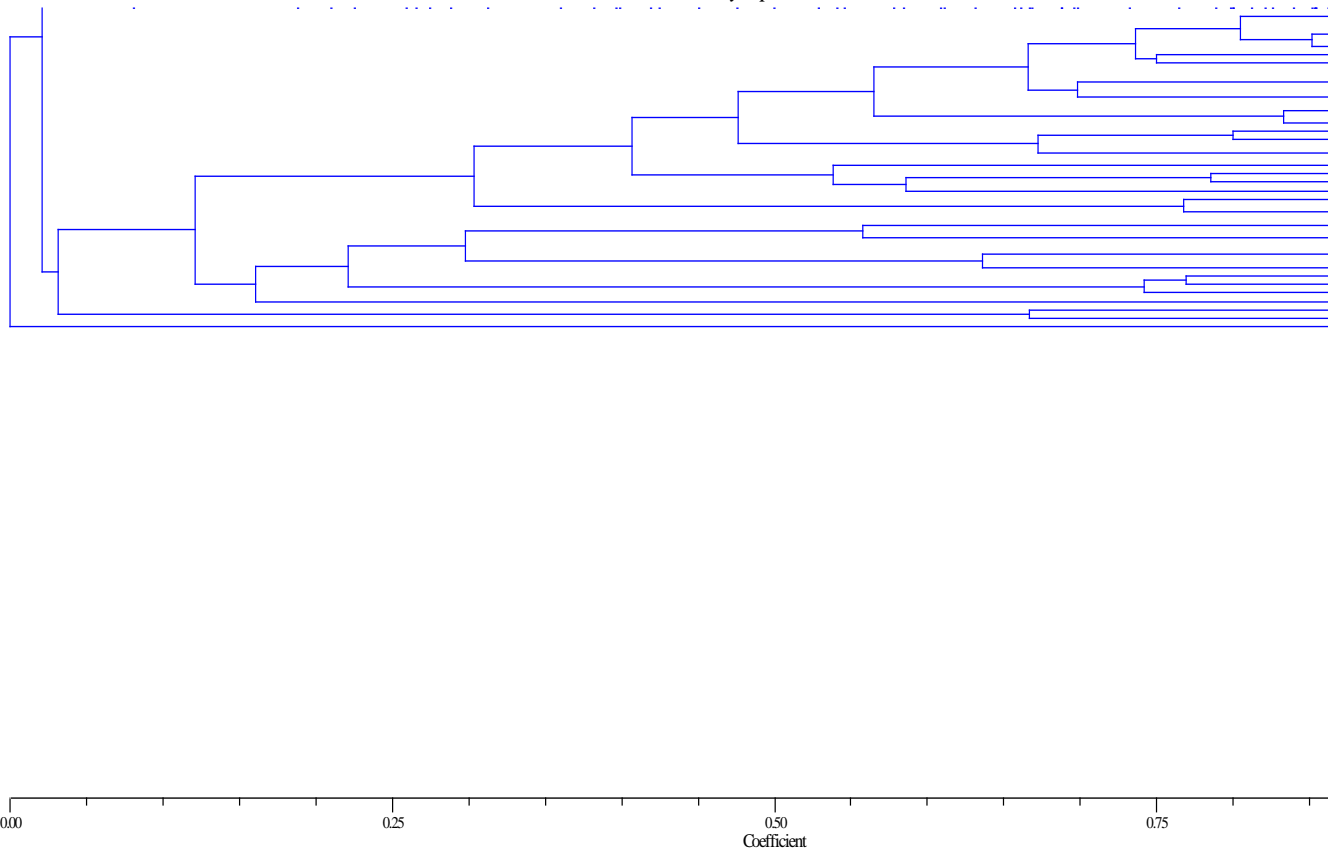


Tabla 4. Porcentajes de clorofila extraída de accesiones de tomate silvestre y asilvestrado bajo condiciones de estrés hídrico (2011-2012)

	Accesión	Especie*	Intervalo tiempo (horas)						
			1	2	3	4	5	6	24
1	CL 012	cer	12	18	19	24	29	32	95
2	CL 006	cer	19	25	35	40	46	49	80
3	CL 011	cer	17	19	25	27	35	39	55
4	CL 007	cer	13	19	29	32	38	42	88
5	CP 003	cer	6	8	13	17	19	33	47
6	CMP 011	cer	10	17	23	27	31	36	94
7	CL 014	cer	7	15	20	25	36	38	47

8	CMP 029	cer	12	19	26	34	39	46	95
9	CMP 009	cer	13	17	22	28	32	39	45
10	CL 009	cer	6	17	21	25	27	33	44
11	CL 001	cer	9	15	17	29	37	45	57
12	CP 005	cer	6	9	13	16	20	32	37
13	CL 010	cer	12	22	26	35	39	41	53
14	PCM 017	cer	13	17	29	38	43	49	52
15	CMP 014	cer	14	17	19	25	36	49	59
16	CL 013	cer	9	15	22	30	37	51	86
17	CMP 032	cer	12	22	27	39	54	67	82
18	CMP 031	cer	9	14	21	29	33	39	54
19	CMP 034	cer	15	21	25	33	39	47	60
20	PCM 006	cer	22	29	32	38	44	48	58
21	CMP 037	cer	7	28	36	40	49	55	68
22	PCM 020	cer	15	29	40	43	50	69	109
23	CMP 016	cer	10	13	17	20	28	39	53
24	CPL 005	chm	9	11	14	16	25	29	51
25	CPL 001	chm	11	14	16	18	21	25	52
26	CPL 003	cer	9	20	29	34	40	59	69
27	CL 005	cer	16	24	37	49	58	62	94

* cer = *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*, chm = *S. chmielewskii*

Tabla5. Valores promedio de incidencia y severidad de virus, bacterias y hongos en 32 accesiones de tomate asilvestrado (*S. lycopersicum* var. *cerasiforme*) evaluados en campo.

Nº	Accesión	Tospovirus		<i>Pseudomonas</i>		<i>Xanthomonas</i>		<i>Alternaria</i>		<i>Botrytis</i>		<i>Phytophthora</i>	
		Inc (%)	Sev* (%)	Inc (%)	Sev (%)	Inc (%)	Sev (%)	Inc (%)	Sev (%)	Inc (%)	Sev (%)	Inc (%)	Sev (%)
1	CL007	50	-	100	50	65	20	60	10	5	2	100	30

2	CL008	30	-	100	20	10	5	0	0	0	0	100	20
3	CL009	20	-	100	25	10	5	40	20	0	0	100	30
4	CL010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	CL011	30	-	100	25	0	0	60	15	0	0	100	30
6	CL012	10	-	100	25	0	0	100	20	0	0	100	50
7	CL013	10	-	100	25	0	0	50	5	0	0	100	30
8	CL014	10	-	100	30	0	0	50	22	0	0	100	30
9	CPL003	20	-	100	35	0	0	30	8	0	0	100	50
10	CP003	60	-	100	20	0	0	25	5	0	0	100	60
11	CP005	50	-	100	25	0	0	20	8	0	0	100	50
12	CL001	10	-	100	20	0	0	32	3	0	0	100	35
13	PCM009	10	-	100	10	0	0	50	35	0	0	100	50
14	CL003	20	-	100	12	0	0	60	40	0	0	100	50
15	CL005	30	-	100	25	0	0	20	5	0	0	100	50
16	CL006	10	-	100	30	0	0	15	10	0	0	100	40
17	CMP035	60	-	100	35	0	0	30	25	0	0	100	50
18	CMP014	10	-	100	45	0	0	0	0	0	0	100	50
19	CMP016	0	-	100	20	0	0	25	15	0	0	100	30
20	CMP029	10	-	100	35	0	0	0	0	0	0	100	15
21	CMP011	20	-	100	25	0	0	25	5	0	0	100	30
22	CMP023	10	-	100	50	0	0	30	10	0	0	100	50
23	CMP037	10	-	100	30	0	0	35	25	0	0	100	30
24	CMP031	40	-	100	25	0	0	0	0	0	0	100	40
25	Testigo	50	-	100	30	0	0	25	5	0	0	100	40
26	PCM018	30	-	100	30	0	0	20	5	0	0	100	65
27	PCM020	100	-	100	35	0	0	30	10	0	0	100	60
28	PCM017	50	-	100	25	0	0	25	15	0	0	100	60
29	PCM006	0**	-	100	60	0	0	25	5	0	0	100	60
30	CMP032	0	-	100	40	0	0	25	10	0	0	100	35

31	CMP009	50	-	100	35	0	0	30	28	0	0	100	50
32	CMP034	10	-	100	40	0	0	25	15	0	0	100	50

* Inc = Incidencia, Sev = Severidad

** Descartada para evaluación por heterogeneidad en la morfología de los frutos (esféricos vs. cilíndricos)

*** Síntomas de virosis asociadas a mosca blanca

Tabla 6. Nivel de resistencia de 24 accesiones de tomate inoculadas con *P. infestans* (tizón) bajo condiciones de laboratorio

Nº	Accesión	Nombre	% de esporulación después de 7 días de inoculación	Tipo de resistencia*
1	LA0421	<i>Solanum cheesmanie</i>	0	I
2	LA1136	<i>Solanum galapagense</i>	1	H
3	LA1547	<i>Solanum pimpinellifolium</i>	19	R
4	LA1777	<i>Solanum habrochaites</i>	16	R
5	LA1969	<i>Solanum chilense</i>	96	S
6	LA1973	<i>Solanum corneliomullerii</i>	1	H
7	LA2133	<i>Solanum neorickii</i>	1	H
8	LA2172	<i>Solanum arcanum</i>	0	I
9	LA2680	<i>Solanum chmielewskii</i>	5	R
10	LA2695	<i>Solanum chmielewskii</i>	1	H
11	CP003	<i>Solanum lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	1	H
12	CPL001	<i>Solanum chmielewskii</i>	1	H
13	CPL002	<i>Solanum chmielewskii</i>	1	H
14	CPL004	<i>Solanum chmielewskii</i>	1	H
15	CPL007	<i>Solanum chmielewskii</i>	8	R
16	CL006	<i>Solanum lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	1	H
17	PCM017	<i>Solanum lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	0	I
18	PL002	<i>Solanum chmielewskii</i>	44	S

19	Rio Fuego	<i>Solanum lycopersicum</i>	1	H
20	LA1557	<i>Solanum habrochaites</i>	1	H
21	PL001	<i>Solanum chmielewskii</i>	14	R
22	LA2930	<i>Solanum chilense</i>	83	S
23	LA1578	<i>Solanum pimpinellifolium</i>	15	R
24	LA1656	<i>Solanum pennellii</i>	13	R

* I= inmunidad, H= hipersensibilidad (resistencia vertical), R= resistente (resistencia horizontal) y S= susceptibilidad

Tabla 7. Tabla de evaluación en el tiempo del avance de *Cladosporium fulvum* después de la inoculación

Nº	Accesión	Fechas de evaluación					
		29/10/013	30/10/2013	31/10/2013	01/11/2013	04/11/2013	05/11/2013
1	LA0421	0	0	0	0	0	0
2	LA1136	0	0	0	0	0	0
3	LA1547	0	0	0	0	0	0
4	LA1777	0	0	0	0	0	0
5	LA1969	0	0	0	0	0	0
6	LA1973	0	0	0	0	0	0
7	LA2133	0	0	0	0	0	0
8	LA2172	0	0	0	0	0	0
9	LA2680	15	25	30	45	75	90
10	LA2695	0	0	0	0	0	0
11	CP003	0	0	0	0	0	0
12	CPL001	0	0	0	0	0	0
13	CPL002	0	0	0	0	0	0
14	CPL004	0	0	0	0	0	0
15	CPL007	0	0	0	0	0	0

16	CL006	0	0	0	0	0	0
17	PCM017	0	0	0	0	0	0
18	PL002	0	0	0	0	0	0
19	Rio Fuego	0	0	0	0	0	0
20	LA1557	5	10	20	30	30	30
21	PL001	0	0	0	0	0	0
22	LA2930	0	0	0	0	0	0
23	LA1578	0	0	0	0	0	0
24	LA1656	0	0	0	0	0	0

Tabla 8. Porcentaje de germinación de 50 accesiones de tomate silvestre en 3 concentraciones de PEG

CODIGO TS	Especie	Germinación (%)		
		0 % PEG	4 % PEG	6% PEG
13	<i>Solanum corneliomulleri</i>	20	50	20
15	<i>Solanum corneliomulleri</i>	0	95	45
118	<i>Solanum corneliomulleri</i>	80	50	70
162	<i>Solanum corneliomulleri</i>	20	25	5
48	<i>Solanum habrochaites</i>	70	80	85
49	<i>Solanum habrochaites</i>	80	50	70
50	<i>Solanum habrochaites</i>	75	90	100
51	<i>Solanum habrochaites</i>	95	60	60
59	<i>Solanum habrochaites</i>	60	80	45
76	<i>Solanum habrochaites</i>	85	70	65
113	<i>Solanum neorickii</i>	100	100	100
156	<i>Solanum peruvianum</i>	60	75	70
112	<i>Solanum pimpinellifolium</i>	85	45	0
119	<i>Solanum pimpinellifolium</i>	95	80	65
154	<i>Solanum pimpinellifolium</i>	90	55	5
3	<i>Solanum pimpinellifolium</i>	55	20	10
6	<i>Solanum pimpinellifolium</i>	80	65	30

Codigo ts	0 % PEG	4%PEG	6% PEG	0 % PEG	4% PEG	6% PEG	0 % PEG	4% PEG	6% PEG
-----------	---------	-------	--------	---------	--------	--------	---------	--------	--------

12	<i>Solanum pimpinellifolium</i>			90		60			35
18	<i>Solanum pimpinellifolium</i>			60		30			35
20	<i>Solanum pimpinellifolium</i>			10		5			0
83	<i>Solanum pimpinellifolium</i>			50		40			40
98	<i>Solanum pimpinellifolium</i>			75		30			10
163	<i>Solanum pimpinellifolium</i>			90		75			55
23	<i>Solanum pimpinellifolium</i>			75		45			5
122	<i>Solanum pimpinellifolium</i>			100		100			95
8	<i>Solanum pimpinellifolium</i>			45		75			30
152	<i>Solanum pimpinellifolium</i>			0		0			0
27	<i>Solanum lycopersicum</i>			75		50			30
29	<i>Solanum lycopersicum</i>			5		5			0
54	<i>Solanum lycopersicum</i>			0		0			0
31	<i>Solanum lycopersicum</i>			90		95			95
34	<i>Solanum lycopersicum</i>			5		0			0
35	<i>Solanum lycopersicum</i>			25		0			0
40	<i>Solanum lycopersicum</i>			5		20			10
41	<i>Solanum lycopersicum</i>			0		0			0
33	<i>Solanum lycopersicum</i>			25		15			0
110	<i>Solanum lycopersicum</i>			0		0			0
124	<i>Solanum lycopersicum</i>			20		0			0
126	<i>Solanum lycopersicum</i>			100		65			25
38	<i>Solanum lycopersicum</i>			85		75			50
93	<i>Solanum lycopersicum</i>			0		0			0
106	<i>Solanum lycopersicum</i>			20		15			5
92	<i>Solanum lycopersicum</i>			45		10			5
102	<i>Solanum lycopersicum</i>			40		25			5
150	<i>Solanum lycopersicum</i>			10		0			0
78	<i>Solanum lycopersicum</i>			50		55			45
79	<i>Solanum lycopersicum</i>			55		20			0
105	<i>Solanum lycopersicum</i>			0		0			0
107	<i>Solanum lycopersicum</i>			0		0			0
141	<i>Solanum lycopersicum</i>			5		10			0

Tabla 9. Longitud (mm), peso fresco y seco (mg) de raíz de 44 accesiones de tomate silvestre

13	96.50	72.00	72.50	91.00	51.27	53.20	2.60	2.96	9.65
15		67.79	24.25		16.58	8.84			0.86
118	83.81	87.80	76.29	33.74	67.03	18.16	3.88	8.37	2.81
162	140.75	82.20	86.00	119.75	199.68	26.90	2.95		1.60
48	87.07	69.60	72.06	24.99	32.09	22.81	2.69	2.93	1.58
49	64.38	65.30	58.07	21.39	39.31	17.34			2.28
50	47.47	45.61	46.05	3.07	21.73	10.10	0.69	2.19	1.73
51	76.11	21.25	42.08	8.16	6.86	4.35	1.33	0.78	0.65
59	70.25	62.94	37.67	10.56	5.93	11.62		1.24	0.74
76	75.59	50.14	58.71	12.38	5.97	10.52	1.72	1.39	1.82
113	59.00	73.65	67.85	11.82	14.22	6.25	1.39	1.49	1.74
156	63.17	85.93	85.57	30.64	10.69	17.80		1.68	
112	50.35	88.67		56.49	102.31		4.27	7.57	
119	50.79	49.19	54.69	34.46	30.33	42.13		3.83	4.72
154	52.39	80.45	17.00	37.61	94.28	6.40	3.52	8.96	0.10
3	108.09	118.50	94.50	42.84	173.85	163.25	3.14	15.18	
6	59.31	85.15	127.60	45.88	80.38	144.30	3.25	5.72	15.20
12	48.67	71.75	78.71	33.68	79.53	105.39	2.35	6.46	8.99
18	58.31	78.17	64.71	29.51	107.50	87.34		8.62	9.13
20	74.00	114.00		327.10	782.80		20.70	45.80	
83	58.50	88.25	60.75	31.52	125.15	51.63	0.77		5.43
98	23.13	92.83	91.00	4.33	192.30	211.15	0.55	14.42	22.50
163	47.78	56.27	56.18	16.71	45.57	35.43	2.25	5.47	4.37
23	64.00	53.33	47.00	36.20	38.03	179.40		4.46	7.80
122	64.45	73.40	69.53	25.19	37.08	39.18		3.67	3.58
8	31.11	53.93	68.67	5.67	42.75	120.65		3.87	11.82
152		58.65	57.93		35.39	29.59		2.64	3.71
27	52.33	77.90	85.17	30.73	63.39	81.90		5.28	5.52
29	214.00	43.00		1086.50	71.50		79.30	8.20	
31	43.78	64.26	64.37	46.27	68.53	58.18	3.29	4.61	3.63
34	112.00			638.00			29.90		
35	116.00			250.86			23.72		
40	366.00	82.00	134.50	183.90	157.15	595.15	14.90	12.95	40.85
33	76.20	152.67		66.22	343.00		4.56	28.13	
124	61.25			96.00			9.48		
126	73.3	72.92	86.60	49.02	126.44	291.42			18.96
38	67.47	103.40	114.00	45.73	61.99	106.34	4.42	6.28	10.68
106	221.5	148.00	66.00	122.88	283.40	212.30		21.07	22.00
92	51.22	86.00	9.00	49.87	575.55	4.70	4.46	44.00	0.90
102	44.25	124.40	249.00	12.84	172.60	380.70	3.28	9.48	
150	71			194.95			9.40		
78	56.8	56.45	63.11	37.84	34.76	33.76	1.57		
79	53.09	33.25		30.77	56.85			4.00	
141	2.2	32.50		6.70	12.00			0.55	

Tabla 10. Longitud (mm), peso fresco y seco (mg) de Tallo de 44 accesiones de tomate silvestre

CODIGO TS	Longitud de Tallo (mm)			Peso fresco de Tallo (mg)			Peso Seco de Tallo (mg)		
	0 % PEG	4%PEG	6% PEG	0 % PEG	4%PEG	6% PEG	0 % PEG	4% PEG	6% PEG
13	154.50	125.80	115.00	299.58	153.76	278.48	19.95	9.57	23.68
15		77.58	22.00		144.13	16.62		9.12	1.26
118	80.94	86.20	90.21	114.28	157.34	80.41	10.16	17.26	8.78
162	104.75	117.20	28.00	231.28	234.40	54.00			2.10
48	114.36	103.60	124.76	150.31	113.61	122.53	9.34	10.72	8.88
49	84.19	119.80	85.86	182.37	234.82	88.29	10.23		9.71
50	58.40	102.33	105.15	30.80	130.17	133.48	1.89	10.04	8.29
51	95.89	28.75	40.08	140.59	25.28	41.82	8.60	2.43	4.06
59	94.00	74.38	43.00	134.84	101.35	67.01		6.55	4.16
76	75.29	61.93	67.07	174.24	62.35	98.14	8.79	4.32	6.72
113	80.70	87.65	72.45	145.92	14.22	69.59	10.11	1.49	6.70
156	93.08	67.60	79.93	78.98	67.61	79.47	9.96	6.09	
112	132.06	143.44		213.32	503.51			24.50	
119	135.32	104.69	107.69	213.38	172.86	250.12		11.17	17.75
154	125.94	103.36	58.00	229.58	300.46	59.10	13.89	18.31	3.70
3	151.09	171.00	190.50	204.26	724.15	810.80	12.63	50.53	
6	128.31	110.62	137.20	189.20	240.42	436.00	14.71	14.48	33.78
12	113.22	125.00	118.00	147.75	239.30	321.36	8.47	15.14	21.64
18	125.69	132.50	119.29	209.85	460.70	383.16		24.52	26.59
20	150.50	292.00		483.70	1571.20		25.00	66.70	
83	69.70	117.25	133.13	67.81	367.04	308.61	3.73		19.70
98	32.53	121.50	129.00	15.21	308.38	552.55	0.81	18.65	33.45

163	102.22	109.13	115.00	134.67	205.39	228.63		14.52	14.27
23	112.87	108.22	31.00	242.64	206.77	19.20		12.86	2.70
122	130.85	100.50	94.79	169.79	198.20	217.64		11.81	13.98
8	70.00	114.67	116.83	28.52	190.39	427.15		14.09	35.05
152		123.60	108.87		133.98	165.78		9.30	12.11
27	127.73	134.90	133.50	126.15	211.84	403.03		16.13	25.92
29	126.00	169.00		1117.60	849.00		63.60	56.30	
31	112.61	116.05	112.63	239.61	277.47	250.83	11.67	14.91	15.28
34	302.00			1809.70			116.00		
35	161.80			431.28			25.78		
40	54.00	124.25	185.50	349.50	447.95	1110.90	17.30	27.93	74.50
33	145.60	142.67		494.04	701.63		24.46	28.13	
124	115.50			231.35			9.80		
126	98.05	88.85	82.60	229.49	320.39	515.08			35.12
38	133.65	112.87	124.50	250.65	211.69	306.64	14.79	14.73	23.61
106	127.50	115.67	124.00	518.33	816.67	724.30		50.73	54.50
92	123.11	173.00	32.00	177.54	935.95	25.30	9.58	50.90	3.70
102	70.63	129.80	152.00	57.23	418.06	1151.10	2.36	28.98	
150	189.00			685.55			33.15		
78	88.90	123.64	104.00	180.61	209.28	306.24	6.63		
79	101.55	113.25		315.15	392.70		19.60		
141	3.30	26.00		25.50	3.05			0.65	

Tabla 11.
Accesiones de tomate Silvestre colectadas en Bolivia

Nº	Código colecta	Especie	Departamento	Provincia	Localidad	Latitud	Longitud
1.	RM 001	S. <i>lycopersicon</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Sur Yungas	Tucupi, en la entrada de la casa de Dn. Juan		
2.	RM 003	S. <i>lycopersicon</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz		Covendo, en la plaza central próxima a la entrada a la casa de Dn. Teodoro Huaznar		
3.	RM 004	S. <i>lycopersicon</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Caranavi	En la casa de campo de Dn. Max Siles, comunidad Bautista Saavedra		
4.	CMP001	S. <i>lycopersicon</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Nor Yungas	Colectada en Capellania	-16,1861	-67,7297
5.	CMP002	S. <i>lycopersicon</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Nor Yungas	Colectada en Capellania	-16,1861	-67,7297
6.	CMP003	S. <i>lycopersicon</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Nor Yungas	Coroico, en lote baldío en la calle Fernando Guachalla rumbo al botadero de basura	-16,1861	-67,7297

Nº	Código colecta	Especie	Departamento	Provincia	Localidad	Latitud	Longitud
7.	CMP004	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Nor Yungas	Granja de pollos del Sr. Fernando Carrasco	-16,2139	-67,6975
8.	CMP005	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Nor Yungas	San Jacinto en dirección a Arapata, domicilio del Sr. Esteban Quispe	-16,2142	-67,6950
9.	CMP006	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Nor Yungas	Colectada en Capellania	-16,1861	-67,7297
10.	CMP007	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Nor Yungas	Colectada en una carpintería localizada rumbo al Hotel Molino Viejo	-16,1889	-67,7247
11.	CMP008	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Nor Yungas	Coroico, en el huerto de la Sra. Rosario Porres (ex - agencia PIL)	-16,1883	-67,7264
12.	CMP009	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Nor Yungas	Carmen Pampa, en la casa de Dña. Tomasa Badani	-16,1911	-67,7181
13.	CMP010	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Nor Yungas	Unidad académica Campesina de Carmen Pampa, en el huerto orgánico	-16,2583	-67,6919
14.	CMP011	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Nor Yungas	Unidad académica Campesina de Carmen Pampa, en el huerto orgánico	-16,2583	-67,6919
15.	CMP012	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Nor Yungas	En la ruta a Munaypata cerca de la entrada al Hotel Paraíso	-16,2178	-67,7269
16.	CMP013	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Nor Yungas	En la ruta hacia el hospital de Coroico, domicilio del Sr. Carmelo Matos	-16,1956	-67,7256
17.	CMP014	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Nor Yungas	Trinidad Pampa, domicilio de la Sra. Katya Martínez	-16,2808	-67,6658
18.	CMP015	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Nor Yungas	Trinidad Pampa, a 100 m de CMP 014 detrás de la tienda de Dn. Luciano Chuquimia	-16,2808	-67,6658
19.	CMP016	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Nor Yungas	Los Anguias, en el domicilio de Dña. Jacinta Limachi	-16,3564	-67,6081
20.	CMP017	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Sur Yungas	Santa Rosa, entre Puente Villa y Yanacachi	-16,3997	-67,7203
21.	CMP018	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Sur Yungas	Camino alternativo de Yanacachi a Puente Villa, en cocal cerca de Tikuniri	-16,4069	-67,6558
22.	CMP019	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Sur Yungas	Camino alternativo de Yanacachi a Puente Villa, en cocal cerca de Tikuniri	-16,4069	-67,6558
23.	CMP020	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Sur Yungas	Chirka, en la casa de Dn. Carlos Duran	-16,3369	-67,5817
24.	CMP021	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Sur Yungas	Irupana, garaje del Hotel Bounganvillas	-16,4672	-67,4544

Nº	Código colecta	Especie	Departamento	Provincia	Localidad	Latitud	Longitud
25.	CMP022	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Sur Yungas	Irupana, garaje del Hotel Bounganvillas	-16,4672	-67,4544
26.	CMP023	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Sur Yungas	Irupana, garaje del Hotel Bounganvillas	-16,4672	-67,4544
27.	CMP024	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Sur Yungas	Laza, huerto del Sr. José Calcino	-16,4367	-67,4511
28.	CMP025	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Sur Yungas	Laza, huerto del Sr. Víctor Bilbao a 100 m de CMP 024	-16,4367	-67,4511
29.	CMP026	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Sur Yungas	Laza, huerto del Sr. Marcial Escobar	-16,4367	-67,4511
30.	CMP027	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Sur Yungas	Yalica (Capipampa), huerto del Sr. Eduardo Chávez	-16,4203	-67,4444
31.	CMP028	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Sur Yungas	Chicaloma, en el huerto del Sr. Ángel Clavijo	-16,4442	-67,4797
32.	CMP029	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Sur Yungas	Chicaloma, en la casa del Sr. Lidio Clavijo	-16,4442	-67,4797
33.	CMP030	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Sur Yungas	Semilla botánica (proveniente de EEUU) donada por el Sr. Geno, en Irupana	-16,4767	-67,4497
34.	CMP031	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Sur Yungas	Irupana, en huerto de Dn. Genaro en la calle Limonani	-16,4697	-67,4536
35.	CMP032	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Inquisivi	Limonbado, en la casa del Sr. Manuel Aguilar	-16,5836	-67,3064
36.	CMP033	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Inquisivi	Limonbado, en la casa de la Sra. Martha Gutiérrez	-16,5836	-67,3064
37.	CMP034	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Inquisivi	Cerca de Limonbado en el cocal del Sr. Dionicio Mamani	-16,5878	-67,3083
38.	CMP035	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Inquisivi	Cañamina, en el huerto de la Sra. Noemi Muriel	-16,6383	-67,2531
39.	CMP036	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Inquisivi	Cercanías de Cajuata	-16,7000	-67,1725
40.	CMP037	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Inquisivi	Charapatzi, donado por la Sra. Marina Aliaga	-16,8394	-67,1814
41.	PL001	S. <i>chmieleskii</i>	La Paz	Larecaja	Cuenca del Río San Cristóbal, a 50 m de CPL 005, río arriba en dirección a Sorata.	-15.74361	-68.70222
42.	PL002	S. <i>chmieleskii</i>	La Paz	Larecaja	Cuenca del Río San Cristóbal, a 200 m de CPL 005, río arriba en dirección a Sorata.	-15.74472	-68.70139

Nº	Código colecta	Especie	Departamento	Provincia	Localidad	Latitud	Longitud
43.	PL003	S. <i>chmieleskii</i>	La Paz	Larecaja	Cuenca del Río San Cristóbal, a 600 m de CPL 005, río arriba en dirección a Sorata.	-15.74806	-68.70222
44.	PCM001	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Inquisivi	Sita, en la ruta de Inquisivi hacia Licoma	-16,9469	-67,1892
45.	PCM002	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Inquisivi	Cañamina, en la ruta de Licoma hacia Circuata	-16,6383	-67,2531
46.	PCM003	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Inquisivi	Villa Khora	-16,6003	-67,2881
47.	PCM004	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Sur Yungas	Chicachoropata, a 10 km de Irupana	-16,4783	-67,4114
48.	PCM005	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Sur Yungas	Pahuata, a 6 km de Chicachoropata	-16,4997	-67,3881
49.	PCM006	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Sur Yungas	Isquircani, a 5 km de Pahuata	-16,4803	-67,3981
50.	PCM007	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Sur Yungas	Arrozal, a 10 km de Tajma	-16,3394	-67,4439
51.	PCM008	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Sur Yungas	Tunquini, a 8 km del cruce a dicha localidad, luego de Chamaca	-16,2233	-67,2331
52.	PCM009	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Sur Yungas	La Asunta, cerca de la Escuela Adventista	-16,1283	-67,1961
53.	PCM010	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Sur Yungas	San Fernando, entre Puerto Rico y Bolívar	-15,8800	-67,2506
54.	PCM011	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Caranavi	Choronta, cerca de la cancha de fútbol	-15,7772	-67,4414
55.	PCM012	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Caranavi	Choronta, cerca de la cancha de fútbol	-15,7772	-67,4414
56.	PCM013	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Sur Yungas	Tucupi	-15,7358	-67,0531
57.	PCM014	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Sur Yungas	Tucupi	-15,7358	-67,0531
58.	PCM015	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Sur Yungas	Tucupi	-15,7358	-67,0531
59.	PCM016	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Sur Yungas	Sapecho, jardín de la Residencial Poly	-15,5589	-67,3344
60.	PCM017	S. <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Sur Yungas	La Cascada, entre Sillar y Quiquibey	-15,4006	-67,1464

Nº	Código colecta	Especie	Departamento	Provincia	Localidad	Latitud	Longitud
61.	PCM018	S. <i>lycopersi cum</i> var. <i>cerasiforme</i>	Beni	José Ballivian	Villa Victoria (?), 30 minutos río arriba desde Rurrenabaque	-14,4747	-67,5094
62.	PCM019	S. <i>lycopersi cum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Sur Yungas	Buena Vista, a 10 minutos de Sapecho	-15,5583	-67,3333
63.	PCM020	S. <i>lycopersi cum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Sur Yungas	Planta procesadora Fundación Ceibo	-15,5583	-67,3333
64.	PCM021	S. <i>lycopersi cum</i> var. <i>cerasiforme</i>	La Paz	Caranavi	Taypiplaya, a 15 km del Cruce a Caranavi	-15,9389	-67,4761

Tabla 12. Detalle de accesiones de germoplasma de tomate silvestre y asilvestrado adquiridas durante las gestiones 2010-2011 y 2011-2012

Gestión	Nº registros	Forma adquisición	Nº registros total
2010 - 2011	44	Donación	77
	9	Repatriación	
	24	Colecta	
2011 - 2012	3	Donación	64
	61	Colecta	
TOTAL			141

ANEXO II

Tabla 11. Actividad enzimática (U/g hoja) de accesiones de tomate bajo dos tratamientos de riego (R0 = Riego normal, R1 = Estrés moderado) evaluadas en la gestión 2011-2012

Nº	Accesión	Régimen	U- CAT	Diferencia	U-AsPx	Diferencia	U-Pox	Diferencia
1	CL 001	R1	649.45	-613.10	1702.57	-82.03	35.30	-29.70
		R0	1262.55		1784.60		65.00	
2	CL 005	R1	398.65	-108.55	1709.07	-117.37	204.80	-107.60
		R0	507.20		1826.43		312.40	
3	CL 006	R1	1537.90	1119.40	2944.35	263.95	1343.43	960.87
		R0	418.50		2680.40		382.57	
4	CL 007	R1	182.65	126.15	1509.23	-612.70	1148.27	920.63
		R0	56.50		2121.93		227.63	
5	CL 009	R1	692.55	466.75	1796.70	296.17	883.07	873.30
		R0	225.80		1500.53		9.77	
6	CL 010	R1	373.85	-547.80	1666.83	-3.03	383.97	-590.27
		R0	921.65		1669.87		974.23	
7	CL 011	R1	167.20	-84.00	1821.23	251.03	466.23	94.93
		R0	251.20		1570.20		371.30	
8	CL 012	R1	569.85	-830.90	2437.23	520.10	614.90	412.30
		R0	1400.75		1917.13		202.60	
9	CL 013	R1	237.50	-841.65	1523.13	-479.03	347.87	-894.57
		R0	1079.15		2002.17		1242.43	
10	CL 014	R1	256.15	19.90	1821.30	79.80	820.57	305.50
		R0	236.25		1741.50		515.07	
11	CP 003	R1	408.70	-75.10	2371.97	902.77	758.93	747.20

Nº	Accesión	Régimen	U- CAT	Diferencia	U-AsPx	Diferencia	U-Pox	Diferencia
		R0	483.80		1469.20		11.73	
12	CP 005	R1	251.05	-8.70	2450.73	615.63	527.93	-305.77
		R0	259.75		1835.10		833.70	
13	PCM 017	R1	1243.10	977.45	2228.37	764.37	1021.03	414.37
		R0	265.65		1464.00		606.67	
14	PCM 020	R1	911.85	400.25	1515.60	338.03	469.33	294.23
		R0	511.60		1177.57		175.10	
15	CPL 001	R1	213.90	63.40	1689.63	-421.13	599.70	66.60
		R0	150.50		2110.77		533.10	
16	CPL 003	R1	1253.05	101.35	2647.37	333.63	152.53	0.27
		R0	1151.70		2313.73		152.27	
17	CPL 005	R1	318.80	-10.65	2095.90	475.63	665.63	433.50
		R0	329.45		1620.27		232.13	
18	CMP 009	R1	588.85	-564.35	1792.43	-41.13	382.07	326.40
		R0	1153.20		1833.57		55.67	
19	CMP 011	R1	1377.50	133.75	1905.13	-190.07	226.97	133.73
		R0	1243.75		2095.20		93.23	
20	CMP 014	R1	261.90	-415.50	1327.47	-445.67	652.77	-277.03
		R0	677.40		1773.13		929.80	
21	CMP 016	R1	267.60	-201.45	1788.63	234.13	1524.37	1070.57
		R0	469.05		1554.50		453.80	
22	CMP 029	R1	206.80	-810.55	1777.53	150.10	413.13	-1453.10
		R0	1017.35		1627.43		1866.23	
23	CMP 031	R1	1112.80	-437.30	1531.93	-211.53	148.10	-300.77
		R0	1550.10		1743.47		448.87	
24	CMP 032	R1	158.10	-1004.60	1809.57	-83.83	530.27	291.83
		R0	1162.70		1893.40		238.43	
25	CMP 034	R1	1064.50	-473.05	1811.47	-118.37	284.07	-498.13
		R0	1537.55		1929.83		782.20	

Nº	Accesión	Régimen	U- CAT	Diferencia	U-AsPx	Diferencia	U-Pox	Diferencia
26	CMP 037	R1	613.50	312.95	2517.67	568.20	1034.50	670.57
		R0	300.55		1949.47		363.93	
27	PCM 006	R1	1019.25	683.40	2400.77	962.10	287.93	180.30
		R0	335.85		1438.67		107.63	

* U-CAT = Catalasa, U-AsPx = Ascorbato peroxidasa, U-Pox = Guayacol peroxidasa

Tabla 12. Actividad enzimática (U/g hoja) de accesiones de tomate bajo dos tratamientos de riego (R0 = Riego normal, R1 = Estrés moderado) evaluadas en la gestión 2012-2013

Nº	Accesión	Tratamiento	Catalasa (U-CAT)	Ascorbato peroxidasa (U-AsPx)	Guayacol peroxidasa (U-Pox)
1	CL006	R1	474,69	3735,62	93,93
		R0	127,68	3104,97	50,45
2	CP003	R1	483,28	4377,85	809,53
		R0	73,03	2949,15	180,33
3	CPL001	R1	97,63	3357,85	134,79
		R0	340,71	2716,00	96,29
4	CPL002	R1	737,24	3233,02	485,10
		R0	643,91	3323,97	546,48
5	CPL004	R1	169,35	3014,11	238,04
		R0	793,80	3004,54	131,63
6	CPL007	R1	449,07	3223,13	411,03
		R0	655,62	2778,58	141,97
7	LA0421	R1	252,19	2965,85	106,26
		R0	441,23	2892,12	96,80
8	LA1136	R1	253,87	3338,44	177,10
		R0	184,94	2370,25	354,20
9	LA1141	R1	137,25	2946,95	74,43
		R0	450,80	2910,65	93,50
10	LA1547	R1	501,57	3172,68	294,14
		R0	980,37	3249,49	307,41
11	LA1557	R1	255,87	3205,16	434,06
		R0	522,11	2650,01	41,80
12	LA1578	R1	548,75	2864,87	93,72
		R0	96,37	2910,97	40,19

Nº	Accesión	Tratamiento	Catalasa (U-CAT)	Ascorbato peroxidasa (U-AsPx)	Guayacol peroxidasa (U-Pox)
13	LA1584	R1	181,81	3067,17	130,68
		R0	742,14	3574,20	131,37
14	LA1656	R1	452,34	3018,35	110,07
		R0	176,77	3248,56	65,93
15	LA1777	R1	190,91	3113,37	144,32
		R0	796,41	2913,63	353,76
16	LA1910	R1	1019,20	3089,19	187,88
		R0	855,07	3134,51	72,45
17	LA1969	R1	242,81	3151,03	117,26
		R0	545,39	4032,93	110,15
18	LA1973	R1	639,71	3109,96	285,71
		R0	926,99	3866,94	162,29
19	LA2133	R1	904,07	3502,83	399,89
		R0	49,33	3254,69	189,49
20	LA2172	R1	686,51	3125,78	590,70
		R0	1077,77	2986,01	353,91
21	LA2680	R1	196,00	2885,68	110,95
		R0	1292,90	3967,65	91,52
22	LA2695	R1	624,63	3170,86	142,78
		R0	335,72	3141,18	104,72
23	LA2930	R1	507,03	3218,93	125,11
		R0	405,02	2570,49	75,02
24	LA3842	R1	291,81	3963,96	441,25
		R0	283,97	3306,38	38,79
25	PCM017	R1	440,44	3402,22	778,07
		R0	210,14	3234,20	70,47
26	PL001	R1	919,85	3286,08	1085,63

Nº	Accesión	Tratamiento	Catalasa (U-CAT)	Ascorbato peroxidasa (U-AsPx)	Guayacol peroxidasa (U-Pox)
		R0	615,30	3122,61	258,87
27	PL002	R1	880,13	3757,18	674,23
		R0	1381,75	3332,05	126,87
28	RFUEGO	R1	363,35	3265,92	445,72
		R0	733,74	2908,31	109,49
29	RM001	R1	442,49	3111,64	445,50
		R0	161,61	3072,63	222,71

ANEXO III

INFORME DE VIAJE DE COLECTA DE ESPECIES SILVESTRES DE TOMATE EN BOLIVIA

23 de Febrero al 19 de Marzo, 2010

I. Colectores y Autores del Informe

Mario Crespo

m.crespo@proinpa.org

Fernando Patiño

f.patino@proinpa.org

Ruben Lujan

r.lujan@proinpa.org

Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos (PROINPA)

Av. Elías Meneces s/n, frente al Tecnológico de El Paso

Teléfono: (591)-4-4319595

Fax: (591)-4-4319600

Casilla: 4295

www.proinpa.org

II. Colaboradores

Dr. Gerardo Tapia

Encargado Recursos Genéticos

INIA-Quillamapu

Av. Vicente Méndez 515

Chillan-Chile

Teléfono: 56-042-209651

Dr. Antonio Gandarillas

Gerente General

Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos (PROINPA)

Av. Elías Meneces s/n, frente al Tecnológico de El Paso

Teléfono: (591)-4-4319595

Fax: (591)-4-4319600

Casilla: 4295

www.proinpa.org

III. Auspiciadores

- Proyecto "Desarrollo y valoración de recursos genéticos de *Lycopersicon* spp. para su utilización en mejoramiento genético de Solanáceas frente a estrés biótico y abiótico".

IV. Equipos utilizados

- Camioneta
- GPS
- Prensa de herbario
- Mapas cartográficos
- Cámara fotográfica digital

V. Itinerario detallado

Martes 23 de Febrero, 2010

Cochabamba, Epizana, Pojo, La Siberia, Comarapa

Salida de Cochabamba a horas 11:30. Se prosigue viaje hasta Comarapa a donde se arriba a horas 19:00 aproximadamente. Pernocte en dicha localidad.

Miércoles, 24 de febrero, 2010

Comarapa, Mataral, Vallegrande

Salida de Comarapa a horas 7:00 am. Durante el trayecto hacia Mataral y Vallegrande se hicieron varias paradas en lugares con características de vegetación y humedad potencialmente aptas para la presencia de plantas silvestres de tomate, sin éxito en ninguno de ellos. Solo en un sitio próximo al camino hacia Vallegrande, se encuentra una especie de tipo herbáceo la cual da frutos pequeños de color rojo parecidos al tomate, esta especie posee características propias de una solanácea con una flor pentagonal de color blanco, sin embargo sus hojas y tallos están cubiertos completamente con espinas al igual que el cáliz el cual a su vez cubre completamente al fruto. Su estructura floral presenta divergencias con las características particulares de un tomate ya que sus estambres son abiertos por lo cual se descarta que sea una especie silvestre de tomate.

La vegetación en la parte de los valles esta compuesta en su mayoría de arbustos y arboles espinosos perennes o caducifolios, junto con algunas cactáceas y bromeliáceas, cerca de las cuales se encuentran poblaciones silvestres de especies de papa tales como *S. gandarillasii* y *S. neocardenasii*. En este piso ecológico, una mayoría de los sitios visitados están destinados al pastoreo y ramoneo de ganado vacuno y caprino, aunque en algunos pueden observarse parcelas de cultivo de maíz principalmente. Las entrevistas a agricultores de localidades próximas a la ruta arrojan resultados negativos ya que señalan no conocer ni haber visto plantas con frutos parecidos al tomate. Arribo a Vallegrande a horas 18:00 aproximadamente en donde se pernocta.

Jueves, 25 de febrero, 2010

Vallegrande, Guadalupe, cerro Merma, Pucara, La Higuera, Vallegrande

Al igual que el día anterior se hicieron paradas en diferentes lugares para la búsqueda de especies silvestres de tomate sin éxito. En la parte mas alta de Vallegrande (Cerro Merma) la vegetación esta constituida por las mismas especies que en la parte de los valles, aunque es

menos abundante debido a existen varias parcelas destinadas al cultivo de papa comercial (var. Holandesa) y de maíz (La Higuera). Arribo a Vallegrande a horas 19:00 aproximadamente.

Viernes, 26 de febrero, 2010

Vallegrande, Guadalupe, cerro Merma, Pucara, Vallegrande

Se explora nuevamente esta ruta llegando hasta la localidad de Pucara. No se tuvo éxito.

Sábado, 27 de febrero, 2010

Vallegrande, El Trigal, Mataral, Comarapa, El Churo, Epizana, Cochabamba

Durante el viaje de retorno hacia la localidad de Mataral se realizaron exploraciones adicionales en diferentes sitios sin obtener ningún resultado. Arribo a Cochabamba a horas 21:00.

Miércoles, 10 de marzo, 2010

Cochabamba, Epizana, Totorá, Omereque, Peña Colorada, Pasorapa

Salida de Cochabamba a horas 08:30. Arribo a Omereque a horas 14:00 aproximadamente. Se entrevista a agricultores de la localidad algunos de los cuales afirman haber visto plantas parecidas al tomate (con frutos rojos) creciendo en el otro lado del Río Mizque, sin embargo ya en el sitio otros agricultores dicen que no existen tales plantas en el lugar. Se hacen exploraciones en las proximidades de la localidad de Peña Colorada, caracterizada por una

vegetación arbustiva espinosa y cactáceas creciendo en suelos rojizos muy secos y pedregosos, sin ningún resultado. Se continúa viaje rumbo hacia la localidad de Pasorapa en cuya ruta se hacen exploraciones adicionales sin resultado alguno. Arribo a Pasorapa a horas 18:30.

Jueves, 11 de marzo, 2010

Pasorapa, Tabacal, Zapallar, Ceivas, Chillijchi, Buena Vista, Pasorapa

Salida de Pasorapa a horas 08:00. Se conversa con el responsable de la unidad de agropecuaria del Municipio de Pasorapa quien indica que existen plantas con frutos rojos similares al tomate en el trayecto hacia la localidad de Buena Vista. Se inicia viaje hacia este destino haciendo una parada en la localidad de Tabacal en donde se conversa con un agricultor de la zona quien nos muestra una planta herbácea espinosa con frutos rojos (similar a la observada en Vallegrande) conocida con el nombre de "Huila huila" abundante en la zona la cual se descarta como especie silvestre de tomate. Se prosigue viaje y se hace una parada a 12 km desde Pasorapa en donde se encuentra una planta de tipo herbácea de unos 40 cm de altura (CP 001) con tallo cilíndrico y hojas simples de bordes aserrados, flores pentagonales y de color blanco, y frutos de color verde con abundantes jaspes de color blanco. Se la considera como una posible especie silvestre, sin embargo, la disposición de la inflorescencia (axilar) y su estructura floral, dejan dudas al respecto. Se continúa viaje hacia Buena Vista, consultando a agricultores en las localidades de Zapallar, Ceivas y Chillijchi, quienes desconocen de la existencia de estas especies silvestres en la zona, confundiendo con "Huila huila" u otras especies como "Chilto chilto" (*Physalis* sp.) y algunos arbustos que producen bayas de color rojizo. Ya en Buena Vista (38.8 km de Pasorapa) se contacta a Don Epifanio, quien afirma haber visto plantas herbáceas de frutos rojos similares a tomate en su potrero. Se explora el sitio mencionado en donde solo se encuentra plantas de "Chilto chilto" y de la especie colectada anteriormente (CP 002), ninguna de las cuales presenta frutos rojos. Se inicia retorno a Pasorapa adonde se arriba a horas 20:00.

Viernes, 12 de marzo, 2010

Pasorapa, La Aguada, Pasorapa, Omereque, Totorá, Epizana, Cochabamba

Pasorapa. Conversamos el Sr. Alejandro Rios (intendente municipal) y con la Sra. Jovita en el mercado central de Pasorapa quienes indican haber visto plantas de tomate de frutos pequeños dentro del inmueble donde antes funcionaba el municipio y cerca del canal de torrentera que pasa por el pueblo. En el primer lugar se encuentra una sola planta de tomate en el jardín del inmueble (CP 003), con abundante follaje, tallos cilíndricos pubescentes, hojas disectadas con cuatro pares de foliolos, flores estrelladas de color amarillo con estambres fusionados cubriendo

el pistilo, frutos redondos algunos maduros de color rojizo y otros aun inmaduros. En el segundo sitio (torrentera), se encuentran dos plantas (CP 004) con similares características morfológicas a las de CP 003. Adicionalmente se recolectan frutos (CP 005) de otra planta localizada dentro de la vivienda de Dn. Alejandro. Los tres casos parecen corresponder a individuos asilvestrados (*S. lycopersicom* var *cerasiforme*) y no a especies silvestres propiamente dichas. Se inicia viaje rumbo a La Aguada en un último intento de localizar especies silvestres cerca de sembradíos de maíz y huertos de frutales, sin éxito alguno. Se inicia retorno a Cochabamba a donde se arriba a horas 19:00 aproximadamente.

Lunes, 15 de marzo, 2010

Cochabamba, El Alto, Pomamayu Alto, Corapaca, Batallas, Huarina, Achacachi, Huarisata, Hualata, Padcollo, Sorata.

Salida de Cochabamba a horas 10:45. Llegada a Sorata a horas 20:00.

Martes, 16 de marzo, 2010

Sorata, Coajani, San Pedro, Sorata

Salida de Sorata a horas 07:30 rumbo hacia la Gruta de San Pedro siguiendo el reporte realizado por Beck en fecha no precisada. A 8 km de Sorata, a un costado del camino, en la ladera de corte del camino tanto en la parte superior como inferior de esta, se encuentra una población grande de la especie silvestre *Solanum neorickii* (CPL 001) constituida de varias plantas de tipo rastroso con tallo principal leñoso muy ramificado, con hojas disectadas con 3-4 pares de folíolos pubescentes, flores estrelladas de color amarillo, con estambres fusionados cubriendo el pistilo, frutos redondos de color verde blanquecino a amarillo blanquecino. A unos 200 m del paraje conocido como La Cumbre (2650 m altitud, 18.8 km desde Sorata) se encuentra otra población de la misma especie (CPL 002) con las mismas características morfológicas. En la comunidad de Coajani se contacta a Victor Riveros quien señala que los frutos de estas plantas se tornan rojos en la época de invierno (junio-agosto), asimismo señala tener una planta silvestre con frutos maduros en su casa traída de la población localizada en CPL 002. Se colectan frutos maduros de color rojo de dicha planta (CPL 003) cerca de la cual existen otras plantas secas de tomate cultivado, lo que hace pensar que los frutos puedan ser producto de un cruzamiento entre ambas especies. Se hacen exploraciones adicionales en los alrededores de Coajani y La Cumbre sin resultados positivos. Retorno a Sorata.

Miércoles, 17 de marzo, 2010

Sorata, Cojani, San Pedro, Cabracancha, Bajo Sutilaya, Milluhuaya, Sorata

Salida de Sorata a horas 07:30. Se inicia viaje rumbo a la localidad de San Pedro de donde se inicia el descenso hacia el Rio San Cristobal. A 2.75 km de dicha localidad en la margen derecha del camino se localiza una población grande de *Solanum neorickii* (CPL 004) compuesta por más de 100 plantas algunas pequeñas y otras con abundante follaje y en floración y fructificación, con características morfológicas similares a las de CPL 001 y CPL 002. Ya en el lecho del Rio San Cristobal, a 200 m (en línea recta) de CPL 004, se encuentra una pequeña población de una especie silvestre de tomate (CPL 005) cuyas hojas presentan características morfológicas algo diferentes a *S. neorickii*; algunas de las plantas se encuentran en floración pero ninguna presenta frutos.

Se reinicia viaje rumbo hacia La Cumbre con dirección a la localidad de Tintilaya, pasada esta comunidad, se toma la ruta de descenso hacia la localidad de Cabracancha en donde se hace una búsqueda cerca de parcelas de maíz y papa sin resultado alguno, agricultores del lugar señalan que especies silvestres de tomate de frutos rojos podrían encontrarse en las márgenes del Rio San Cristobal. Se inicia viaje hacia dicho lugar y a unos 2 km de Cabracancha se localiza una población pequeña (3 plantas) algunas en floración y fructificación (CPL 006), creciendo al margen derecho del camino (ladera superior). Aproximadamente a 3 km antes de llegar a la localidad de Yoropampa se localiza otra población de *S. neorickii* (CPL 007) también localizada al margen derecho del camino algunas en floración y fructificación. Ya en Yoropampa, agricultores del lugar mencionan la posibilidad de encontrar plantas silvestres de tomate con frutos rojos en Milluhuaya, localizada a unos 5 km rio arriba. Las exploraciones en el lugar, caracterizado por parcelas de producción de tomate cultivado, pimentón, ají, etc. y huertos frutales, no dan resultados positivos. Se inicia el viaje de retorno hacia Sorata.

Jueves, 18 de marzo, 2010

Sorata, Achacachi, Santiago de Okhola, Escoma, Moco Moco, Huatajata, San Pablo, San Pedro, Santiago de Oje, Luipaya, Khalata, Copacabana

Salida de Sorata a horas 06:00. Se hacen exploraciones adicionales en las afueras de Sorata sin ningún éxito. Se inicia viaje hacia comunidades circundantes al Lago Titicaca, en principio se visita la localidad de Santiago de Okhola donde se contacta a agricultores de la zona quienes desconocen la existencia de estas especies en la zona. Se hacen otras paradas en el camino hacia Escoma. Se retorna con dirección hacia San Pablo de Tiquina, con el mismo fin pero no se

localiza ninguna planta de tomate silvestre. Una vez en San Pedro de Tiquina se inicia viaje hacia Copacabana a través del camino antiguo pasando por localidades tales como Santiago de Oje, Luipaya y Khalata en donde se hacen exploraciones y se contacta a gente local sin obtener resultados positivos.

Viernes, 19 de marzo, 2010

Copacabana, San Pedro, San Pablo, Huatajata, Moco Moco, Huarina, Batallas, Corapaca, Pomamayu, El Alto, Cochabamba.

Salida de Copacabana a horas 07:00. Nuevamente se hacen exploraciones en zonas próximas al Lago Titicaca antes de San Pedro de Tiquina sin éxito alguno. Luego de medio día se inicia el viaje de retorno a Cochabamba.

Lunes, 22 de marzo, 2010

Cochabamba, Epizana, Aiquile, Puente Arze, Sucre, Yamparaez, Tarabuco, Viscachani, Puca Huasi, Zudañez

Salida de Cochabamba a horas 6:00. Llegada a Sucre a horas 13:30 y se prosigue viaje hasta Zudañez, llegada a hrs 18:30.

En Sucre. A horas 14:30 se sostiene una reunión con personal de la Regional Sur de PROINPA (Carlos Bejarano y Cresencio Calle) quienes brindan referencias sobre posibles lugares y personal de la Fundación Proinpa que trabaja en las localidades de Padilla, Monteagudo y Muyupampa, en los cuales podrían encontrarse especies silvestres de tomate. Inmediatamente se, prosigue el viaje hacia la localidad de Zudañez a partir de la cual se empieza a hacer exploraciones en campo. Siete km antes de llegar a Zudañez, conversamos con agricultores, quienes indicaron haber visto plantas de tomate silvestre ingresando a la comunidad de Paracti, sugirieron contactar al agricultor Tomas Vedia. Tomas, no se encontraba en su domicilio, se converso con su hijo, quien indico no conocer tomate silvestre en la zona.

Martes, 23 de marzo, 2010

Zudáñez, San Antonio, Zudáñez, Tomina, Padilla, Mojotorillo, Campo Redondo

Salida a hrs. 7:00 de Zudáñez en dirección hacia Sucre a 58 km en la comunidad de San Antonio y cerca del ingreso a la comunidad de Paracti, se colecta una especie asilvestrada (CL 001), planta de habito indeterminado creciendo en un cerco de protección de la Sra. Juana Esteves, de frutos rojos redondos acostillados, abundante follaje, tallos cilíndricos pubescentes, hojas disectadas con cuatro pares de foliolos, flores estrelladas de color amarillo con estambres fusionados cubriendo el pistilo. En el mismo sitio, el vecino también tenía varias plantas de la misma especie que ya concluyeron su ciclo, se pudo apreciar las plantas senescentes ya casi secas. Los pobladores del lugar indican sembrar anualmente cerca de sus casas y que es un tomate que no requiere tratamientos fitosanitarios y que lo cultivan para su requerimiento alimenticio familiar. Mantiene esta especie por muchos años. La zona se caracteriza por ser árida, con vegetación escasa de arbustos y árboles como cactáceas y molles. También se encontraron las plantas herbáceas espinosas con frutos rojos con espinos (Solanácea) que se describió en la zona de Pasorapa (Huila huila).

Se retorna a Zudáñez y se prosigue viaje con dirección a Padilla. En esta ruta en la localidad de Sijllani, a 58.9 Km. de Zudáñez en la vivienda de la Sra. M. Céspedes, se colecta la muestra CL 002 con frutos de color rojo redondo, ligeramente achatados. Una segunda muestra del mismo lugar (CL 003) con frutos de color rojo ligeramente alargado pequeños, también de la especie asilvestrada. Se reinicia viaje hasta llegar a la localidad de Padilla.

Desde esta localidad, junto a la técnico de Proinpa Rosemary León, nos dirigimos con dirección a la comunidad de Mojotorillo, a 5.1 km de la salida de Padilla, en una parcela con varios cultivos asociados de ají, maíz, cucurbitáceas, y otras, de propiedad de los esposos Bautilio Paredes y Marina Avilés. Ahí encontramos plantas de tomate asilvestrado (CL 004, CL 005, CL 006, y CL 007), de habito indeterminado, y con variabilidad en color (rojo y amarillo) y forma del fruto (redonda, redonda achatada acostillada, y ovalada pequeña). Según el propietario de la parcela, ellos cultivan este tipo de tomate porque es más resistente a las enfermedades y también a la sequía. Comercializan muy poco en el mercado de Padilla y los remanentes de su producción (que no es muy grande) destinan para alimentar a gallinas y chanchos. El terreno donde se cultiva es muy pedregoso con pendiente suave y ubicada en medio de quebradas con árboles y arbustos principalmente compuesto de cactáceas y bromeliáceas.

En la comunidad de Mojotorillo se contacta al Sr. José Barja quien nos conduce a su parcela donde se colecta dos muestras de tomate asilvestrado (CL 008 y CL 009), que se encuentran en medio del cultivo de ají. Las muestras colectadas en este sitio tienen frutos de color rojo redondo y de acuerdo a Dn. Jose esta especie la cultiva desde hace 30 años y coincide con el anterior agricultor en cuanto a sus características.

Se retorna a Padilla y desde este lugar se toma rumbo hacia Zudáñez hasta llegar a la localidad de Campo Redondo (6.1 km), desde este sitio se ingresa por el lado izquierdo a la propiedad del Sr. Romelio I Chinou. Este agricultor cultiva el tomate asilvestrado de forma alargada, color rojo, pequeño con hendiduras, denominado "gallo k'orota" (CL 010), en los bordes de los cultivos de ají. Se ha observado una prolongada sequía en la zona y según el agricultor, esta variedad es un poco más tolerante que las variedades comerciales, a las cuales se debe tratar con químicos para su producción en forma semanal.

Miércoles, 24 de marzo, 2010

Padilla, Monteagudo, San Miguel de las Pampas, Muyupampa, Iboperenda,

Salida de Padilla a horas 6:00. Se inicia viaje rumbo a la localidad de Muyupampa. En esta localidad nos contactamos con el Ing. Juan C. Barrón de Proinpa, con quien nos dirigimos a la comunidad de Candua Barrio San Juan, ubicada a 4.4 km de Monteagudo con dirección a Padilla. En este lugar, en la vivienda de un agricultor Remigio Arancibia Cruz, encontramos 4 plantas de tomate asilvestrado que crecía en la cerca de protección de sus cultivos. Los frutos colectados del lugar (CL 011) son de forma redonda achatada acostillada de color amarillo. Seguimos viaje hasta San Miguel de las Pampas, a 6.3 km sobre la misma ruta. En medio de un cultivo de maní de propiedad de la Sra. Angélica García, encontramos plantas de tomate del mismo tipo (CL 012), de frutos redondos de color rojo. Proseguimos viaje hasta Muyupampa, donde el Dr. Tito Claire nos colaboro para dirigirnos hacia la Estación de Iboperenda, a 12 km de Monteagudo. Desde este sitio con el apoyo de un agricultor de la zona (Julio García), quien indico haber visto tomate silvestre en una zona de potreros alejada, recorrimos la zona y solo encontramos residuos de plantas que producen bayas de color verde probablemente del Genero *Physalis*. En medio del cultivo de maní en la zona de Chuwa yaku, a 20 km de Monteagudo, a la salida de la Estación, en la propiedad de Julio García se encontro tomate asilvestrado (CL 013) del mismo tipo descrito anteriormente, de frutos de color amarillo y de forma achatada. Posteriormente nos dirigimos a otra propiedad del Sr. Diego Hacentojil, quien también indica haber encontrado bayas verdes similares a tomate en su propiedad. Recorrimos sus potreros y solo encontramos bayas verdes de *Physalis* sp.

Jueves 25 de marzo, 2010

Monteagudo, Itaipu, Santa Cruz, Villa Tunari, Cochabamba

Salida de Muyupampa a 6:00. Se hacen exploraciones en la ruta hacia Itaipu sin tener éxito. Se llega a Santa Cruz cerca al medio día y después del almuerzo se continua hasta Cochabamba, llegando a hrs. 20:00.

DATOS PASAPORTE Y MATERIAL COLECTADO

Solanum sp.

CP 001

BOLIVIA, Departamento Cochabamba, Provincia Campero, colectada a 12 km desde Pasorapa rumbo hacia la localidad de Buena Vista. Latitud 18°22'56", Longitud 64°36'45", Altitud 2052 (e=10 m), Marzo 11, 2010. Una sola planta de tipo herbácea de unos 40 cm de altura con tallo cilíndrico y hojas simples de bordes aserrados, inflorescencia axilar con flores pentagonales de color blanco, y frutos de color verde con abundantes jaspes de color blanco. Vegetación conformada en su mayoría por arbustos leñosos perennes, cactáceas y bromeliáceas. Suelos arcillosos, secos y pedregosos con relativo contenido de materia orgánica.

Material colectado: Herbario

M. Crespo, F. Patiño 001

Solanum sp.

CP 002

BOLIVIA, Departamento Cochabamba, Provincia Campero, colectada en el paraje de Jarqatoqo sobre el camino antiguo de Buena Vista hacia Puente Inca. Latitud 18°35'54", Longitud 64°33'12", Altitud 1679 (e=10 m), Marzo 11, 2010. Una sola planta de tipo herbácea con las mismas características morfológicas de CP 001. Vegetación conformada en su mayoría por cactáceas como Carapari, árboles y arbustos espinosos de hoja perenne. Suelos arcillosos, secos y pedregosos con relativo contenido de materia orgánica.

Material colectado: Herbario

M. Crespo, F. Patiño 002

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CP 003

BOLIVIA, Departamento Cochabamba, Provincia Campero, colectada dentro del inmueble donde antes funcionaba el municipio de Pasorapa (actual deposito), Latitud 18°19'16", Longitud 64°40'37", Altitud 2037 (e=16 m), Marzo 12, 2010. Una sola planta de tipo herbácea con abundante follaje, tallos cilíndricos pubescentes, hojas disectadas con cuatro pares de foliolos,

flores estrelladas de color amarillo con estambres fusionados cubriendo el pistilo, frutos redondos algunos maduros de color rojizo y otros aun inmaduros. Planta localizada en el jardín central de dicho inmueble.

Material colectado: Herbario, Frutos

M. Crespo, F. Patiño 003

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CP 004

BOLIVIA, Departamento Cochabamba, Provincia Campero, colectada a las orillas del canal de desagüe del pueblo de Pasorapa, Latitud 18°19'14", Longitud 64°40'34", Altitud 2031 (e=12 m), Marzo 12, 2010. Dos plantas herbáceas con las mismas características morfológicas que CP 003, con frutos redondos todos inmaduros. Vegetación asociada conformada por especies herbáceas anual y algunos arboles de tipa y molle. Suelos franco arcillosos con alto contenido de materia orgánica.

Material colectado: Herbario, Frutos, Planta viva

M. Crespo, F. Patiño 004

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CP 005

BOLIVIA, Departamento Cochabamba, Provincia Campero, colectada dentro de la vivienda de Dn. Alejandro Rios (intendente municipal) en el pueblo de Pasorapa, a unos 100 m de CP 004, Marzo 12, 2010. Dos plantas herbáceas pequeñas localizadas en el jardín de la vivienda, con características morfológicas similares a CP 003, CP 004 y CP 005.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, F. Patiño 005

Solanum chmielewskii

CPL 001

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Larecaja, colectada a 8 km de Sorata sobre el margen derecho del camino, Latitud 15°45'20", Longitud 68°41'14", Altitud 2458 (e=15 m), Marzo 16, 2010. Población grande (aproximadamente 50 plantas) aparentemente de la especie silvestre *Solanum neorickii* (CPL 001), de tipo rastroero con tallo principal leñoso muy ramificado, hojas disectadas con 3-4 pares de foliolos pubescentes, flores estrelladas de color amarillo con estambres fusionados cubriendo el pistilo, frutos redondos de color verde blanquecino a amarillo blanquecino. Vegetación asociada escasa conformada por especies herbáceas anuales entre ellas algunas solanáceas, retamas y bromeliáceas. Suelo arcilloso con abundantes piedras calcáreas, removido por maquinaria para mantenimiento del camino, con una pendiente entre 45-50%. Se colectaron tres muestras de frutos (tres plantas).

Material colectado: Herbario, Frutos, Planta viva

M. Crespo, F. Patiño, R. Lujan 001

Solanum chmielewskii

CPL 002

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Larecaja, colectada a 200 m del paraje conocido como La Cumbre (2650 m altitud, 18.8 km desde Sorata) con rumbo hacia Coajani, Latitud 15°43'54", Longitud 68°41'36", Altitud 2550 (e=12 m), Marzo 16, 2010. Población de *Solanum neorickii* (aproximadamente 15 plantas) localizada al margen derecho del camino, con características morfológicas similares a CPL 001. Vegetación asociada escasa conformada por *Lupinus silvestre*, algunos pajonales y matorrales de porte mediano. Suelo rocoso con pendientes pronunciadas entre 60-70%.

Material colectado: Herbario, Frutos, Planta viva

M. Crespo, F. Patiño, R. Lujan 002

Solanum chmielewskii

CPL 003

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Larecaja, colectada en la vivienda de Victor Riveros (comunidad Coajani), Latitud 15°14'04", Longitud 68°41'09", Altitud 2480 (e=9 m), Marzo 16, 2010. Una sola planta localizada cerca de parcelas de maíz y de algunas plantas de tomate cultivado, con follaje semiseco y algunos frutos redondos de color rojo (se trata de una especie silvestre según Dn. Victor la cual fue traída de la población localizada en CPL 002, cuyos frutos tienen ese color posiblemente debido a un cruzamiento natural con la especie cultivada). Suelos franco arcillosos con alto contenido de materia orgánica.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, F. Patiño, R. Lujan 003

Solanum chmielewskii

CPL 004

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Larecaja, colectada a 2.75 km de la localidad de San Pedro descendiendo hacia el rio San Cristobal en la margen derecha del camino, Latitud 15°44'35", Longitud 68°42'06", Altitud 2114 (e=9 m), Marzo 17, 2010. Población grande de *Solanum neorickii* compuesta por mas de 100 plantas algunas pequeñas y otras con abundante follaje y en floración y fructificación, con características morfológicas similares a las de CPL 001 y CPL 002. Vegetación asociada casi nula. Suelo arcilloso y pedregoso, con una pendiente entre 80-85%, inaccesibles en algunos casos.

Material colectado: Herbario, Frutos, Planta viva

M. Crespo, F. Patiño, R. Lujan 004

Solanum sp. (?)

CPL 005

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Larecaja, colectada próxima al lecho del Rio San Cristobal a 200 m (en línea recta) de CPL 004, Marzo 17, 2010. Población pequeña de una especie silvestre de tomate cuyas hojas presentan características morfológicas algo diferentes a *S. neorickii*; algunas de las plantas se encuentran en floración pero ninguna presenta frutos. Vegetación asociada casi nula, excepto algunos arbustos leñosos. Suelo pedregoso, con una pendiente de 45%.

Material colectado: Herbario, Frutos, Planta viva

M. Crespo, F. Patiño, R. Lujan 005

Solanum chmielewskii

CPL 006

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Larecaja, colectada a unos 2 km de Cabracancho en el margen derecho del camino, Latitud 15°39'28", Longitud 68°44'00", Altitud 2136 (e=16 m), Marzo 17, 2010. Población pequeña (3 plantas) de *Solanum neorickii*, en floración y fructificación. Vegetación asociada escasa conformada algunos pajonales, cactáceas y matorrales de porte mediano. Suelo rocoso con pendientes pronunciadas entre 60-70%.

Material colectado: Herbarios, Frutos, Planta viva

M. Crespo, F. Patiño, R. Lujan 006

Solanum chmielewskii

CPL 007

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Larecaja, colectada aproximadamente 3 km antes de llegar a la localidad de Yoropampa, Latitud 15°38'48", Longitud 68°44'32", Altitud 1937 (e=9 m), Marzo 17, 2010. Población mediana (10 plantas) de *Solanum neorickii*, en floración y fructificación. Vegetación asociada escasa conformada algunos pajonales, cactáceas, bromeliáceas y matorrales de porte mediano. Suelo rocoso con pendientes pronunciadas entre 80-90%, inaccesibles en algunos casos.

Material colectado: Herbarios, Frutos, Planta viva

M. Crespo, F. Patiño, R. Lujan 007

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CL 001

BOLIVIA, Departamento Chuquisaca, Provincia Zudañez, colectada A 58 km de Zudañez, comunidad de San Antonio, en la propiedad de Juana Esteves, Latitud 19°04'32", Longitud 64°44'19", Altitud 2320 (e=8 m). Marzo 23, 2010. Planta de tipo indeterminado de fruto rojo de 2 m de altura ubicada en cerco de espinos, sin síntomas de ataque de plagas y enfermedades, en suelo franco arenoso.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Lujan 001

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CL 002

BOLIVIA, Departamento Chuquisaca, Provincia Tomina, colectada a 58,9 km de Zudañez a Padilla, comunidad Sijllani, en la propiedad de M. Cespedes. Latitud 19°17'44", Longitud

64°22'27", Altitud 2276 (e=11 m). Marzo 23, 2010. Plantas de tipo indeterminado, de fruto amarillo tipo cereza ubicado en un jardín de hortalizas, en suelo franco arcilloso.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Lujan 002

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CL 003

BOLIVIA, Departamento Chuquisaca, Provincia Tomina, colectada a 58,9 km de Zudañez a Padilla, comunidad Sijllani, en la propiedad de M. Cespedes. Latitud 19°17'44", Longitud 64°22'27", Altitud 2276 (e=11 m). Marzo 23, 2010. Plantas de tipo indeterminado, de fruto rojo redondo alargado y pequeño, ubicado en un jardín de hortalizas en suelo franco arcilloso.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Lujan 003

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CL 004

BOLIVIA, Departamento Chuquisaca, Provincia Tomina, colectada a 5.1 km de Padilla en el camino de ingreso a Mojotorillo, propiedad de Bautilio Paredes y Marina Aviles. Latitud 19°20'43", Longitud 64°19'29", Altitud 2186 (e=8 m). Marzo 23, 2010. Planta de tipo indeterminado, de fruto rojo pequeño tipo alargado, ubicado en una parcela con aji, maíz, frijol y otras, en suelo franco arcilloso y en ambiente seco por falta de lluvia.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Lujan 004

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CL 005

BOLIVIA, Departamento Chuquisaca, Provincia Tomina, colectada en el mismo sitio de CL 004. Latitud 19°20'43", Longitud 64°19'29", Altitud 2186 (e=8 m). Marzo 23, 2010. Planta de tipo indeterminado, de fruto redondo, achatado, amarillo y pequeño, ubicado en una parcela con aji, maíz, frijol y otras, en suelo franco arcilloso y en ambiente seco por falta de lluvia.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Lujan 005

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CL 006

BOLIVIA, Departamento Chuquisaca, Provincia Tomina, colectada en el mismo sitio de CL 004 y CL 005. Latitud 19°20'43", Longitud 64°19'29", Altitud 2186 (e=8 m). Marzo 23, 2010. Planta de tipo indeterminado, de fruto redondo achatado y amarillo, ubicado en una parcela con aji, maíz, frijol y otras, en suelo franco arcilloso y en ambiente seco por falta de lluvia.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Lujan 006

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CL 007

BOLIVIA, Departamento Chuquisaca, Provincia Tomina, colectada en el mismo sitio de CL 004, CL 005 y CL 006. Latitud 19°20'43", Longitud 64°19'29", Altitud 2186 (e=8 m). Marzo 23, 2010. Planta de tipo indeterminado, de fruto rojo pequeño, ubicado en una parcela con aji, maíz, frijol y otras, en suelo franco arcilloso y en ambiente seco por falta de lluvia.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Lujan 008

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CL 008

BOLIVIA, Departamento Chuquisaca, Provincia Tomina, colectada a 9.7 km de Padilla a Mojotorillo, en la propiedad de José Barja. Latitud 19°22'21", Longitud 64°19'21", Altitud 1937 (e=9 m). Marzo 23, 2010. Plantas de tipo indeterminado, de fruto pequeño, redondo, ligeramente achatado, de color rojo, remanentes del año pasado, ubicado al medio de cultivo de aji con melón, suelo franco arenoso, de humedad reducida.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Lujan 008

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CL 009

BOLIVIA, Departamento Chuquisaca, Provincia Tomina, colectada a 9.7 km de Padilla a Mojotorillo, en la propiedad de José Barja. Latitud 19°22'21", Longitud 64°19'21", Altitud 1937 (e=9 m). Marzo 23, 2010. Plantas de tipo indeterminado, de fruto pequeño, redondo, de color rojo, remanentes del año pasado, ubicado al medio de cultivo de ají con melón, suelo franco arenoso, con bajo nivel de humedad.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Lujan 009

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CL 010

BOLIVIA, Departamento Chuquisaca, Provincia Tomina, colectada a 6.1 km de Padilla a Campo Redondo, en la propiedad de Romelio Ichinau. Latitud 19°18'08", Longitud 64°19'47", Altitud 2086 (e= 9m). Marzo 23, 2010. Planta de tipo indeterminado, de fruto pequeño y alargado, de color rojo (denominado "huevo de gallo"), ubicado alrededor de parcela de ají en suelo franco arcilloso con graba, con bajo nivel de humedad.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Lujan 010

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CL 011

BOLIVIA, Departamento Chuquisaca, Provincia Hernando Siles, colectada a 4.4 km de Monte Agudo a Candua (Barrio San Juan), en la propiedad de Remigio Arancibia. Latitud 19°48'16", Longitud 63°59'26", Altitud 1087 (e= 9 m). Marzo 24, 2010. Planta de tipo indeterminado con abundante follaje, de fruto redondo, achatado, y de color amarillo, ubicado en el cerco de la propiedad, en suelo franco arenoso con bastante humedad.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Lujan 011

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CL 012

BOLIVIA, Departamento Chuquisaca, Provincia Hernando Siles, colectada a 6.3 km de Monte Agudo a San Miguel de las Pampas, en la propiedad de Rosendo Salazar. Latitud 19°48'29",

Longitud 64°00'30", Altitud 1093 (e= 11 m). Marzo 24, 2010. Planta de tipo indeterminado, de fruto redondo y pequeño, ubicado al medio del cultivo de maní en suelo franco arenoso.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Lujan 012

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CL 013

BOLIVIA, Departamento Chuquisaca, Provincia Luis Calvo, colectada a 20 km de Muyupampa, zona de la Estacion de Iboperenda. Lugar Chuwa yaku, en la propiedad de Julio García. Latitud 19°44'15", Longitud 63°52'00", Altitud 1165 (e= 25 m). Marzo 24, 2010. Planta de tipo indeterminado, de fruto redondo y achatado, de color amarillo, ubicado en medio del cultivo de maní, en suelo seco de textura franco arenosa

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Lujan 013

ANEXO IV

INFORME DE VIAJE DE COLECTA DE ESPECIES SILVESTRES DE TOMATE EN BOLIVIA

31 de mayo al 7 de junio, 2011

I. Colectores y Autores del Informe

Mario Crespo

m.crespo@proinpa.org

Fernando Patiño

f.patino@proinpa.org

Ruddy Meneses

menesesruddy@yahoo.com

Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos (PROINPA)

Av. Elías Meneses s/n, frente al Tecnológico de El Paso

Teléfono: (591)-4-4319595

Fax: (591)-4-4319600

Casilla: 4295

www.proinpa.org

Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" - UMSS

Tel./Fax: + 591 4 4316856 - 4315706. cel: 71702007

Casilla 5842 Cochabamba, Bolivia

www.supernet.com.bo/cifumss

II. Colaboradores

Dr. Gerardo Tapia

Encargado Recursos Genéticos

INIA-Quillamapu

Av. Vicente Méndez 515

Chillan-Chile

Teléfono: 56-042-209651

Dr. Antonio Gandarillas

Gerente General

Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos (PROINPA)

Av. Elías Meneces s/n, frente al Tecnológico de El Paso

Teléfono: (591)-4-4319595

Fax: (591)-4-4319600

Casilla: 4295

www.proinpa.org

III. Auspiciadores

- Proyecto "Desarrollo y valoración de recursos genéticos de *Lycopersicon* spp. para su utilización en mejoramiento genético de Solanáceas frente a estrés biótico y abiótico".

IV. Equipos utilizados

- Camioneta
- GPS
- Prensa de herbario
- Mapas cartográficos
- Cámara fotográfica digital

V. Itinerario detallado

Martes, 31 de mayo de 2011

Tranca Suticollo, Caracollo, Konani, Quime, Inquisivi, Sita, Charapaxi, Licoma, Circuata, Irupana

Salida de Cochabamba a horas 06:30. Se arriba a la localidad de Inquisivi aproximadamente a horas 13:00 en donde se hace una parada para el almuerzo. En la localidad de Sita (a 18 km de Inquisivi) se realiza la primera colecta de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* (PCM 001), de frutos rojos y redondos, en el huerto de la Sra. Celia Flores Mamani. Se prosigue viaje hasta la localidad de Cañamina en donde se hace una nueva colecta de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* (PCM 002), de frutos rojos y redondos, cerca del sitio de una colecta realizada en marzo de 2011. Nuevamente se reinicia viaje hasta llegar a la localidad de Villa Khora en donde se realiza otra colecta de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*(PCM 003), también de frutos rojos y redondos, de plantas que crecen en la valla perimetral de la Iglesia Adventista de la localidad. Se arriba a Irupana aproximadamente a horas 21:00 pm en donde se pernocta.

Miércoles, 1 de junio de 2011

Irupana, Chicachoropata, Pahuata, Isquircani, Irupana, Pte. Solacama, Villa Remedios, Tajma, Arrozal, Villa Barrientos, Yanamayu, Chamaca, Tunquini, Cruce Chamaca/Tunquini, La Asunta

Salida de Irupana a horas 08:00 am. Se inicia viaje hacia la localidad de Chicachoropata (10 km de Irupana) en donde se colecta una muestra de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* (PCM 004) en el huerto de la Sra. Natividad Yupanqui, de frutos rojos y redondos. Se reinicia viaje hacia la localidad de Pahuata en donde se toma contacto con el Sr. Hernán Ayala en cuyo huerto se colecta una nueva muestra de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*(PCM 005), también de frutos rojos y redondos. Se prosigue hasta la localidad de Isquircani, allí se colecta una nueva muestra de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* (PCM 006), de frutos rojos y redondos, en la propiedad del

Sr. Gonzalo Cruz. Se retorna a Irupana e inmediatamente se inicia viaje hacia la localidad de La Asunta.

En la ruta se hacen distintas colectas de la especie *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* en las localidades de Arrozal (PCM 007, Sr. Zacarías Luna) y Tunquini (PCM 008, frente a la propiedad de la Sra. Lorenza Limachi), ambas de frutos rojos y redondos. Los agricultores de las distintas localidades recorridas señalan conocer solo esta especie de frutos rojos y redondos, la cual algunas veces la utilizan para cocinar.

Arribo a La Asunta a horas 19:00 pm. Se conversa con la gente en busca de referencias sobre plantas de tomate silvestre existentes en la localidad, solo se obtienen datos de una niña que indicar haber visto frutos de tomate rojos y pequeños próximos a la escuela de la localidad.

Pernocte en La Asunta.

Jueves, 2 de junio de 2011

La Asunta, Río Seco, Charía, Cotapata, San Pablo, Puerto Rico, Bolívar Villamontes, Choronta, Carrasco, km 52, Sapecho

Salida de La Asunta a horas 08:00 am. Iniciamos recorrido en dirección a la Escuela Metodista de la localidad, exactamente en el domicilio de la Sra. Celia Parihuana, en donde se localizan plantas de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* (PCM 009) de frutos rojos y redondos. Se hacen exploraciones adicionales en las márgenes del Río Boopi sin éxito.

Se reinicia viaje en dirección hacia la localidad de San Pablo, llegando a descender hasta los 633 m de altitud. En el trayecto se toma contacto con distintas personas (agricultores) quienes indican conocer y haber visto el tomate var. *cerasiforme*, sin embargo no pueden dar referencias exactas de su localización. Indican además que la época no es la apropiada para la colecta de frutos ya que las plantas se encuentran senescentes debido a la culminación de las lluvias.

Se prosigue viaje hasta la localidad de San Fernando en donde se colecta una muestra de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* de frutos rojos y redondos (PCM 010), otra muestra (PCM 011) de la misma especie se colecta en la localidad de Choronta cerca de la cancha de fútbol de dicha localidad. En el mismo sitio se colecta otra muestra de tomates rojos, redondos y pequeños, aparentemente de la especie *S. pimpinellifolium* (PCM 012).

Se arriba a la localidad de Sapecho a horas 21:30 pm aproximadamente en donde se pernocta

Viernes, 3 de junio de 2011

Sapecho, Palos Blancos, O.S.C.A.R., Ribera Río Beni, San Antonio, Puerto Carmen, Agua Dulce, Mototoy, Palos Blancos, Tucupi, Sapecho

Salida de Sapecho a horas 07:30 am. Se inicia viaje con dirección a la localidad de Palos Blancos en donde se buscan referencias sobre la presencia de tomate silvestre en la zona. Se nos sugiere consultar a la gente del Proyecto OSCAR (Obras Sociales de Caminos de Acceso Rural) cuyo centro de operaciones se encuentra en la ruta hacia la localidad de Inicua. Se emprende viaje a dicho lugar en donde se entrevista al técnico agropecuario David Apu quien señala la existencia de los tomates de la especie *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* en las localidades de San Antonio, Puerto Carmen, Agua Dulce, Mototoy, Cocochi, San José y Villa Concepción.

Se retorna a Palos Blancos desde donde se atraviesa el río Boopi para llegar hasta la localidad de El Porvenir, de donde se inicia viaje hacia las localidades señaladas anteriormente. Se toma contacto con pobladores de cada comunidad quienes señalan la presencia de tomates de la especie *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* solamente, de frutos redondos y de color rojo, durante la época de lluvias. Según ellos, actualmente es poco probable encontrar plantas vivas o con frutos debido a que las lluvias ya pasaron, por lo cual se decide retornar hacia Palos Blancos y de allí continuar viaje hacia la localidad de Tucupi en donde se colectan tres muestras de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* de frutos rojos y redondos, una de ellas (PCM 013) colectada en la casa de la Sra. Teodora Choque situada al lado de la iglesia, y las dos últimas (PCM 014 y PCM 015) en la casa del Sr. Juan Cayuma, cerca del mercado en dirección al río.

Se inicia retorno a Sapecho a donde se arriba a horas 20:30 aproximadamente. Pernocte en Sapecho.

Sábado, 4 de junio de 2011

Sapecho, Inicua, Delicias, Sillar, La Cascada, Quiquibey, Yucumo, Río Colorado, Rurrenabaque

Antes de emprender viaje, se colecta una muestra de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* (PCM 016), de frutos rojos y redondos, en los jardines de la residencial Poly en Sapecho. Salida de Sapecho a horas 07:00 am con dirección a Rurrenabaque, se hace el recorrido por las localidades de Inicua, Delicia y Sillar, conversando con gente del lugar quienes señalan conocer estos tomates pero no pueden precisar el lugar donde se encuentran estos. Se arriba a la localidad de La Cascada donde se colecta una muestra (PCM 017) de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* también de frutos rojos y redondos, en la casa de la Sra. Raymunda Córdoba. Se continúa viaje

por las localidades de Quiquibey, Yucumo y Rio Colorado hasta llegar a Rurrenabaque a horas 15:30 pm aproximadamente. Se aprovecha el resto del día para entrevistar a diferentes personas sobre la presencia de tomates silvestres en la zona. Estos señalan la presencia de la especie *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* solamente, la cual es incluso comercializada en grandes volúmenes durante la feria semanal de Rurrenabaque, los días domingo. Pernocte en Rurrenabaque.

Domingo, 5 de junio de 2011

Rurrenabaque, Yucumo, Quiquibey, Cascada, Inicua, Sapecho

Se inicia la jornada en la feria de Rurrenabaque a horas 06:00 am, a orillas del rio Beni. Acá se espera la llegada de agricultores provenientes del otro lado del rio, quienes traen frutos de tomate de la especie *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* para su comercialización. Ninguno de los que arriba trae frutos de tomate debido, según ellos, a que su época ya paso y solo existen algunos pequeños y todavía inmaduros. Se toma contacto con la Sra. Mónica Chávez quien señala tener algunos frutos en su huerto situado al otro lado del Rio Beni. Se inicia viaje a dicho lugar en bote a donde se arriba después de aproximadamente 25 a 30 minutos de viaje rio arriba. En el sitio (Villa Victoria??) se colecta una muestra de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* (PCM 018) de frutos rojos y redondos.

Se retorna en bote a Rurrenabaque y se inicia viaje por tierra hacia Sapecho, adonde se arriba a horas 20:00 aproximadamente. Pernocte en Sapecho.

Lunes, 6 de Junio de 2011

Sapecho, Piquendo, Tranca UMOPAR, Carrasco, Taypiplaya, Cruce a Caranavi, Caranavi, Coroico

En Sapecho, se toma contacto con el Sr. Jaime Copa quien tiene frutos de tomate (rojos y redondos) de la especie *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* (PCM 019) recogidos en Buena Vista, localizada a 2 km al norte de Sapecho. Luego se visita la planta procesadora de la Fundación CEIBO, en donde se colectan frutos de la misma especie (PCM 020) con las mismas características. Salida de Sapecho a horas 09:00 am aproximadamente. Se arriba a Caranavi a horas 11:35 am.

En horas de la tarde se inicia viaje hacia Taypiplaya de donde se tienen referencias de la existencia de tomates de la especie *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*. Allí se colectan frutos rojos y redondos de tomate (PCM 021).

Se retorna a Caranavi y se inicia viaje hacia Coroico, adonde se arriba a horas 20:15 pm.

Martes, 7 de Junio de 2011

Coroico, Yolosa, Yolosita, La Paz (V. Fátima), Cochabamba

Salida de Coroico a horas 08:00 am. Arribo a Cochabamba a horas 19:00 aproximadamente.

DATOS PASAPORTE Y MATERIAL COLECTADO

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

PCM 001

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Inquisivi, colectada en Sita en la ruta entre Inquisivi y Licoma, en el domicilio de la Sra. Celia Flores Mamani, Mayo 31, 2011. Plantas (2) creciendo cerca de una parcela de maíz.

Material colectado: Frutos

F. Patiño, M. Crespo, R. Meneses 001

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

PCM 002

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Inquisivi, colectada en Cañamina, en la ruta entre Circuata y Licoma, Mayo 31, 2011. Plantas (2-3) creciendo sobre un muro de piedra entre plantas ornamentales.

Material colectado: Frutos

F. Patiño, M. Crespo, R. Meneses 002

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

PCM 003

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Inquisivi, colectado en Villa Khora en la malla perimetral de la Iglesia Adventista, Mayo 31, 2011. Plantas (2-3) con abundantes frutos redondos y de color rojo.

Material colectado: Frutos

F. Patiño, M. Crespo, R. Meneses, 003

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

PCM 004

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, colectada en Chicachoropata, en el huerto de Dña. Natividad Yupanqui, Junio 1, 2011. Plantas (2) con frutos rojos y redondos, entre plantas de arracacha, lechuga, *Physalis* sp., y cerca de arboles de plátano.

Material colectado: Frutos

F. Patiño, M. Crespo, R. Meneses, 004

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

PCM 005

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, colectada en Pahuata en el huerto del Sr. Hernán Ayala, Junio 1, 2011. Plantas (4-5) con frutos redondos, la mayoría aun verdes, entre plantas de zapallo y yacon.

Material colectado: Frutos

F. Patiño, M. Crespo, R. Meneses, 005

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

PCM 006

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, colectada en Isquircani, a 5 km de Pahuata, en el domicilio del Sr. Gonzalo Cruz, Junio 1, 2011. Plantas (6) creciendo entre plantas de arracacha y otras especies.

Material colectado: Frutos

F. Patiño, M. Crespo, R. Meneses, 006

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

PCM 007

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, colectada en Arrozal a 10 km de Tajma, en el cocal del Sr. Zacarías Luna, Junio 1, 2011. Plantas en floración y con frutos en medio de plantas de coca.

Material colectado: Herbario

F. Patiño, M. Crespo, R. Meneses, 007

Solanum lycopersicum var. cerasiforme

PCM 008

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, Tunquini, a 8 km del cruce a dicha localidad, luego de Chamaca, Junio 1, 2011. Planta (1) en medio de un cocal viejo situado frente a la casa de la Sra. Lorenza Limachi, con frutos rojos y redondos.

Material colectado: Frutos

F. Patiño, M. Crespo, R. Meneses, 008

Solanum lycopersicum var. cerasiforme

PCM 009

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, colectada en La Asunta cerca de la Escuela Adventista, en la casa de la Sra. Celia Parihuana, Junio 2, 2011. Plantas (2-3) creciendo en el frontis de la casa de dicha señora, al margen del camino, en suelos secos, con frutos rojos y redondos.

Material colectado: Frutos

F. Patiño, M. Crespo, R. Meneses, 009

Solanum lycopersicum var. cerasiforme

PCM 010

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, colectado en San Fernando entre Puerto Rico y Bolívar, a 15 minutos de caminata en dirección W desde el camino, en la propiedad del Sr. Edgar Arias, Junio 2, 2011. Planta (1) senescente cerca de una parcela de maíz.

Material colectado: Frutos

F. Patiño, M. Crespo, R. Meneses, 010

Solanum lycopersicum var. cerasiforme

PCM 011

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Caranavi, colectada en Choronta a un lado del camino que desciende hacia la cancha de futbol, en el domicilio de la Sra. Natty Jiménez, Junio 2, 2011. Plantas (2-3) grandes, ramificadas, aun verdes, en floración y con algunos frutos rojos y redondos, en suelo húmedo.

Material colectado: Frutos

F. Patiño, M. Crespo, R. Meneses, 011

Solanum pimpinellifolium

PCM 012

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Caranavi, colectada en el mismo sitio que PCM 011, Junio 2, 2011. Una sola planta en floración y con frutos rojos y de diámetro más pequeño que PCM 011.

Material colectado: Herbario, Frutos

F. Patiño, M. Crespo, R. Meneses, 012

Solanum lycopersicum var. cerasiforme

PCM 013

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, colectada en Tucupi en el domicilio de la Sra. Teodora Choque, Junio 3, 2011. Una sola planta ya senescente, aun con frutos, creciendo entre rosales, cítricos y otras plantas.

Material colectado: Frutos

F. Patiño, M. Crespo, R. Meneses, 013

Solanum lycopersicum var. cerasiforme

PCM 014

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, colectado también en Tucupi, en el domicilio de Dn. Juan Cayuma. Junio 3, 2011. Una sola planta senescente, con algunos frutos rojos y redondos.

Material colectado: Frutos

F. Patiño, M. Crespo, R. Meneses, 014

Solanum lycopersicum var. cerasiforme

PCM 015

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, colectado en el mismo sitio de PCM 014, Junio 3, 2011. Una sola planta joven con frutos rojos y acostillados.

Material colectado: Frutos

F. Patiño, M. Crespo, R. Meneses, 015

Solanum lycopersicum var. cerasiforme

PCM 016

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, colectado en Sapecho en los jardines de la Residencial Poly. Junio 4, 2011. Plantas (2-3) con flores y frutos redondos, entre rosales y plantines de cebolla.

Material colectado: Frutos

F. Patiño, M. Crespo, R. Meneses, 016

Solanum lycopersicum var. cerasiforme

PCM 017

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, colectado en La Cascada (entre Sillar y Quiquibey), Junio 4, 2011. Frutos rojos y redondos donados por la Sra. Raymunda Córdoba.

Material colectado: Frutos

F. Patiño, M. Crespo, R. Meneses, 017

Solanum lycopersicum var. cerasiforme

PCM 018

BOLIVIA, Departamento Beni, Provincia José Ballivian, colectado a 30 minutos río arriba desde Rurrenabaque, Junio 5, 2011. Plantas (2) en floración y con abundantes frutos rojos y redondos cerca de campos de maíz.

Material colectado: Frutos

F. Patiño, M. Crespo, R. Meneses, 018

Solanum lycopersicum var. cerasiforme

PCM 019

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, frutos donados por el Sr. Jaime Copa quien los colecto en Buena Vista, a 10 minutos de Sapecho (2 km al N). Junio 6, 2011. Frutos rojos y redondos.

Material colectado: Frutos

F. Patiño, M. Crespo, R. Meneses, 019

Solanum lycopersicum var. cerasiforme

PCM 020

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, colectado en la planta procesadora de la Fundación CEIBO, debajo la despulpadores. Junio 6, 2011. Una sola planta leñosa, con frutos rojos y pequeños aparentemente por déficit de humedad.

Material colectado: Frutos

F. Patiño, M. Crespo, R. Meneses, 020

Solanum lycopersicum var. cerasiforme

PCM 021

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Caranavi, colectado en Taypiplaya, a 15 km del cruce a Caranavi, Junio 6, 2011. Plantas (3-4) localizadas en el patio de un domicilio particular, con abundantes frutos rojos y redondos.

Material colectado: Frutos

F. Patiño, M. Crespo, R. Meneses, 021

ANEXO V

INFORME DE VIAJE DE COLECTA DE ESPECIES SILVESTRES DE TOMATE EN BOLIVIA

14 al 19 de Febrero, 2011

8 al 11 de Abril, 2011

I. Colectores y Autores del Informe

Mario Crespo

m.crespo@proinpa.org

Fernando Patiño

f.patino@proinpa.org

Rubén Luján

r.lujan@proinpa.org

Ruddy Meneses

menesesruddy@yahoo.com

Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos (PROINPA)

Av. Elías Meneses s/n, frente al Tecnológico de El Paso

Teléfono: (591)-4-4319595

Fax: (591)-4-4319600

Casilla: 4295

www.proinpa.org

Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" - UMSS

Telf./Fax: + 591 4 4316856 - 4315706. cel: 71702007

Casilla 5842 Cochabamba, Bolivia

www.supernet.com.bo/cifumss

II. Colaboradores

Dr. Gerardo Tapia

Encargado Recursos Genéticos

INIA-Quillamapu

Av. Vicente Méndez 515

Chillan-Chile

Teléfono: 56-042-209651

Dr. Antonio Gandarillas

Gerente General

Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos (PROINPA)

Av. Elías Meneces s/n, frente al Tecnológico de El Paso

Teléfono: (591)-4-4319595

Fax: (591)-4-4319600

Casilla: 4295

www.proinpa.org

III. Auspiciadores

- Proyecto "Desarrollo y valoración de recursos genéticos de *Lycopersicon* spp. para su utilización en mejoramiento genético de Solanáceas frente a estrés biótico y abiótico".

IV. Equipos utilizados

- Camioneta
- GPS
- Prensa de herbario
- Mapas cartográficos
- Cámara fotográfica digital

V. Itinerario detallado

Lunes, 14 de febrero de 2011

Cochabamba, Tranca Suticollo, Bombeo, Caracollo, Konani, Patacamaya, Villa Loza, Tranca Yungas, Pongo, Santa Bárbara, Capellania, Coroico

Salida de Cochabamba a horas 06:30. Llegada a Coroico a horas 17:00 aproximadamente. Se hacen dos colectas de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* (CMP 001 y CMP 002) en los jardines del domicilio de Dn. Nicanor Cuba, ambas de frutos rojos redondos y creciendo dentro los jardines, una de ellas en plantas en floración (CMP 001) y la otra (CMP 002) ya en senescencia. Pernocte en Coroico

Martes, 15 de febrero de 2011

Coroico, Carmen Pampa, Munaypata, Coroico

Recorrido dentro de la misma localidad de Coroico, se colecta una muestra (CMP 003) en un lote baldío de la calle Fernando Guachalla en dirección al basural de Coroico, una única planta de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* de tallos largos y frutos rojos creciendo en medio de pastos y algunas plantas ornamentales. Luego se toma dirección hacia la localidad de Munaypata y se hace una parada en la propiedad (granja de pollos) del Sr. Fernando Carrasco donde se localiza

una pequeña población de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* (CMP 004) en un sitio donde anteriormente se depositaba abono de gallina, las plantas no presentan frutos pero si algunos síntomas de bacteriosis en las hojas. Se sigue dirección a Arapata en donde se hace una nueva colecta de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* (CMP 005) en el domicilio del Sr. Esteban Quispe en los alrededores de su patio, las plantas presentan flores amarillas y frutos redondos de color verde (inmaduros) y rojos. Se retorna hacia Coroico y se hace una nueva colecta de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* (CMP 006) en Capellania en la propiedad del Sr. Tiburcio Mamani. Se toma rumbo hacia el Hotel Molino Viejo y se hace una colecta de la misma especie (CMP 007) en una carpintería situada próxima a la lavandería pública de Coroico, donde solo se encuentran algunas plantas sin flores ni frutos. Nuevamente se retorna a Coroico en donde se colecta una muestra de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*(CMP 008) dentro de la huerta en el domicilio de la Sra. Rosario Porres (ex-agencia PIL), en donde se observa una sola planta madre de tallos leñosos con varias ramificaciones, con flores y frutos de color rojo. Se inicia viaje rumbo hacia la localidad de Carmen Pampa, en el trayecto se contacta a la Sra. Tomasa Badani en cuyo domicilio se colecta una muestra de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* (CMP 009) también de frutos rojos y tallos largos y leñosos. Arribamos a la Unidad Académica Campesina de la Universidad Católica en Carmen Pampa en donde la responsable del huerto orgánico nos señala la existencia de algunas plantas de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*(CMP 010) dentro el huerto, al explorar el sitio solo se encuentran plantas ya senescentes y otras eliminadas en labores de deshierbe, se logran coleccionar algunos frutos de color rojo y otros inmaduros de color verde. En el mismo sitio se coleccionan frutos (CMP 011) de una planta seca aparentemente diferente a la var. *cerasiforme*. De retorno, en la ruta hacia la localidad de Munaypata se localiza una planta de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* (CMP 012) cerca de la entrada del Hotel Paraiso creciendo entre rosales donde el Sr. Amador Matos nos da referencias de que su hermano Carmelo tiene plantas de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* en el huerto de su casa. En dicho lugar se coleccionan frutos aun inmaduros de esta especie (CMP 013). Se inicia retorno a Coroico en donde se pernocta.

Miércoles, 16 de febrero de 2011

Coroico, Cruz Loma, Arapata, Trinidad Pampa, Coripata, Huayrapata, Los Anguias, Puente Villa, Sacahuaya, Cruce a Chojilla, Yanacachi, Villa Aspiazu, Ticuniri, Cruce Villa Aspiazu, Puente Villa, Chajro (abajo), Cruce a Chirca, Cruce a Chirca, Chulumani, Irupana

Salida de Coroico a horas 07:30 rumbo hacia Coripata. Se hace una parada en Trinidad Pampa donde se contacta a la Sra. Katya Martínez en donde se coleccionan frutos de color rojo de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* en el jardín de su casa, cerca de este sitio a unos 100 m, se coleccionan también frutos de color rojo (CMP 015) de un grupo de plantas localizadas un lote baldío situado en la parte posterior del domicilio (tienda) de Dn. Luciano Chuquimia. Se prosigue viaje hasta Los Anguias en donde se contacta a Dña. Jacinta Limachi quien nos señala una población de varias plantas de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* (CMP 016) en una pequeña quebrada cerca de su casa, con frutos rojos. Se prosigue hasta Santa Rosa (entre Puente Villa y Yanacachi) en donde se localiza una población de más o menos 10 plantas de *S. lycopersicum* var.

cerasiforme(CMP 017) de las cuales se colectan algunos frutos secos de color rojo. Ya en Yanacachi se emprende retorno hacia Puente Villa por el camino alterno, se hace una parada en Tikuniri (cerca de Villa Aspiazu) en donde se contacta a Hernán Angulo quien nos conduce hasta un cocal en medio del cual se encuentran plantas de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* de frutos rojos (CMP 018). Se arriba a Chirka en donde se hace una nueva colecta de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* (CMP 020) en el jardín del domicilio de Dn. Carlos Duran situado a dos cuadras del Santuario de Chirka, en donde crecen algunas plantas con frutos rojos y redondos. Se prosigue viaje a Irupana a donde se arriba aproximadamente a horas 20:30. Pernocte en Irupana.

Jueves, 17 de febrero de 2011

Irupana, Laza, Cruce Puente Puri, Cruce a Chicaloma, Chicaloma, La Planta, Irupana

Salida de Irupana a horas 08:00. En el garaje del Hotel Bounganvillas se localizan plantas de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* tanto de frutos redondos (CMP 021 - CMP 022) y alargados (CMP 023). Según el dueño de dicho hotel estos últimos frutos proceden de material traído del Brasil hace varios años atrás. Se inicia viaje hacia la localidad de Laza en donde se contacta al Sr. José Calcino y en cuyo domicilio se hace una colecta de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* (CMP 024) de frutos rojos y redondos. Cerca de este sitio, a aproximadamente unos 100 m, se hace otra colecta de la misma especie (CMP 025) en el domicilio de Dn. Víctor Bilbao en donde se localiza una planta grande ya en senescencia con abundantes frutos rojos y redondos. Próximo también a este sitio se colecta otra muestra (CMP 026) de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* en el huerto de Dn. Marcial Escobar. Se prosigue viaje hasta Yalica (cerca de Capipampa) en donde se colecta otra muestra de esta especie en el domicilio de Dn. Eduardo Chávez. Se arriba a Chicaloma en donde se colectan frutos de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* (CMP 028) de plantas que crecen al lado de la casa de Dn. Ángel Clavijo, algunas de ellas en floración y todavía con frutos verdes. Cerca de este sitio en la casa de Dn. Lidio Clavijo se colecta otra muestra de esta especie (CMP 029) cuyas plantas presentan tutores para facilitar su crecimiento. Se retorna hacia Irupana y se emprende viaje hacia La Planta en donde se entrevista a Dn. Geno (migrante checoslovaco) quien nos obsequia semilla botánica de tomate (CMP 030) provenientes de Estados Unidos. Se retorna nuevamente hacia Irupana en donde se colecta una muestra de tomate *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* con frutos amarillos (CMP 031) en el domicilio de Dn. Genaro _____ en la calle Limonani.

Viernes, 18 de febrero de 2011

Irupana, La Plazuela, Limombado, Villa Barrientos, Cañamina, Circuata, Agua Rica, Cajuata, Tojra, Suri, Licoma, Charapaxi, Pullchiri, Inquisivi, Quime

Salida de Irupana a horas 08:00. Se inicia viaje con rumbo hacia la localidad de Quime. Se arriba a La Plazuela en donde se recaba información respecto al estado de la ruta hasta Quime. Se reinicia viaje y ya en Limombado se hacen dos colectas de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* (CMP 032 y CMP 033) en los domicilios del Sr. Manuel Aguilar y la Sra. Martha Gutiérrez respectivamente; cerca de este sitio, en el cocal del Sr. Dionicio Mamani se colecta otra muestra (CMP 034) de la misma especie con abundantes frutos rojos. Se continua viaje hasta arribar a Cañamina en donde se hace una colecta también de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* (CMP 035) en el huerto de la Sra. Noemi Muriel muy cerca del rio Cañamina. Se prosigue viaje hasta la localidad de Cajuata a través del camino alterno que parte de Agua Rica y pasa cerca de las antenas de telefonía, ahí se colecta otra muestra de esta especie (CMP 036) al borde del camino. Se prosigue viaje y se arriba a Charapatzi ya en horas de la noche en donde se contacta a la Sra. Marina Aliaga quien nos obsequia frutos de tomate de la misma especie (CMP 037) a la cual llaman "tomatillo". Se prosigue viaje hasta Quime a donde se arriba a horas 21:00 aproximadamente. Pernocte en Quime.

Sábado, 19 de febrero de 2011

Quime, Pongo B-2, Huayñacota, Caxata, Puchuni, Caracollo, Caihuasi, Río Chacarilla, Río Vaquería, Llavini, Parotani, Cochabamba

Salida de Quime a horas 08:00. Se emprende viaje de retorno a la ciudad de Cochabamba a donde se arriba aproximadamente a horas 13:30.

Viernes, 8 de abril de 2011

Cochabamba, El Alto, Pomamayu Alto, Corapaca, Batallas, Huarina, Achacachi, Huarisata, Padcollo, Sorata.

Salida de Cochabamba a horas 09:00 am. Arribo a Sorata a horas 19:00 pm.

Sábado, 9 de abril de 2011

Sorata, Cupini, Ootañani, Kiabaya, Tacacoma, Villa Peñaranda, Kiabaya, Sorata

Salida de Sorata a horas 08:30 am. Se sigue el camino antiguo hacia la localidad de Tacacoma, pasando por las comunidades de Cupini, Qotañani y Kiabaya. Se hacen exploraciones en diferentes sitios próximos al camino ya que la lluvia e intenso frío impiden internarse hacia lugares más lejanos. No se localizan poblaciones de tomate silvestre.

Se arriba a Tacacoma a horas 13:00 y se entrevista a gente del lugar con el objetivo de recopilar información sobre tomate silvestre. Algunas personas afirman haber visto alguna vez plantas de tomate en los cerros sin embargo no pueden precisar un sitio exacto. Nos dirigimos a la localidad de Villa Peñaranda localizada al NW de Sorata, en donde nuevamente se entrevista a pobladores del lugar, quienes tampoco pueden precisar un sitio preciso donde localizar estos tomates aunque reconocen haberlos vistos en alguna ocasión. Se hacen exploraciones próximas a esta localidad, cuya ecología es muy similar a la de los sitios en los que se colectó *S. chmielewskii* en marzo de 2010, sin lograr localizar ninguna población de tomate silvestre.

Se inicia retorno hacia Sorata pasando por la localidad de Kiabaya, en donde no se hacen exploraciones debido a que la zona presenta una alta perturbación por actividades agrícolas y ganaderas. Arribo a Sorata a horas 20:30 pm.

Domingo 10 de abril de 2011

Sorata, San Pedro, Sorata

Salida de Sorata a horas 08:00 am. Se inicia viaje rumbo hacia la localidad de San Pedro con el objetivo de realizar exploraciones más profundas en el área en donde se colectó material silvestre el 2010. En el trayecto se verifica el estado de las poblaciones que se localizaron en esa ocasión. La mayoría de ellas presentan un número reducido de plantas en floración, sin frutos y muy dispersas, debido posiblemente a que las intensas lluvias registradas entre enero y marzo, han erosionado considerablemente los sitios donde están ubicadas estas.

Se inicia descenso a la cuenca del río San Cristóbal hasta el sitio de colecta de CPL 005. De allí se explora el sitio (río arriba, en dirección hacia Sorata) lográndose localizar poblaciones de *S. chmielewskii* a 50 (PL 001), 200 (PL 002) y 600 m (PL 003) de CPL 005. Luego de esta última colecta, se prosigue viaje hasta la caverna de San Cristóbal, en donde se hacen exploraciones en los alrededores del lugar sin éxito alguno. Retorno hacia Sorata a donde se arriba a horas 17:00.

Lunes 11 de abril de 2012

Sorata, Padcollo, Huarisata, Achacachi, Huarina, Batallas, Corapaca, Pomamayu Alto, El Alto, Cochabamba

Salida de Sorata a horas 08:00 am. Arribo a Cochabamba a horas 18:00.

DATOS PASAPORTE Y MATERIAL COLECTADO

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CMP 001

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Nor Yungas, colectada en Capellania (cerca de Coroico) en el domicilio del Sr. Nicanor Cuba, Febrero 14, 2011. Plantas (3-4) creciendo en medio de plantas ornamentales dentro el huerto familiar.

Material colectado: Herbario, Frutos

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño 001

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CMP 002

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Nor Yungas, colectada en Capellania (cerca de Coroico) en el domicilio del Sr. NN2, Febrero 14, 2011. Planta ya senescente creciendo entre especies ornamentales (dalias) y cítricos.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño 002

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CMP 003

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Nor Yungas, colectado en Coroico en un lote baldío en la calle Fernando Guachalla rumbo al botadero de basura, Febrero 15, 2011. Una sola planta con frutos redondos de color rojo.

Material colectado: Herbario, Frutos

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 003

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CMP 004

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Nor Yungas, colectada Granja de pollos del Sr. Fernando Carrasco, Febrero 15, 2011. Plantas en floración, sin frutos creciendo cerca de uno de los galpones de crianza en un sitio donde se depositaba estiércol.

Material colectado: Herbario

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 004

Solanum lycopersicum var. cerasiforme

CMP 005

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Nor Yungas, colectada en San Jacinto en dirección a Arapata, domicilio del Sr. Esteban Quispe, Febrero 15, 2011. Plantas creciendo en los alrededores del patio de la vivienda, una sola con frutos redondos e inmaduros (verdes).

Material colectado: Herbario, Frutos

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 005

Solanum lycopersicum var. cerasiforme

CMP 006

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Nor Yungas, colectada en Capellania en el domicilio del Sr. Tiburcio Mamani, Febrero 15, 2011.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 006

Solanum lycopersicum var. cerasiforme

CMP 007

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Nor Yungas, colectada en una carpintería localizada rumbo al Hotel Molino Viejo, Febrero 15, 2011. Plantas jóvenes sin flores ni frutos.

Material colectado: Herbario

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 007

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CMP 008

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Nor Yungas, colectada en Coroico en el huerto de la Sra. Rosario Porres (ex - agencia PIL), Febrero 15, 2011. Varias plantas (3-4) en floración y con varios frutos maduros (rojos) y no maduros (verdes) de forma redonda.

Material colectado: Herbario, Frutos

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 008

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CMP 009

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Nor Yungas, colectada en la casa de Dña. Tomasa Badani en la ruta hacia Carmen Pampa, Febrero 15, 2011. Una o varias plantas creciendo dentro el huerto con abundante follaje, algunos tallos leñosos y otros tiernos, abundantes frutos rojos y redondos.

Material colectado: Herbario, Frutos

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 009

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CMP 010

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Nor Yungas, colectada en la Unidad Académica Campesina de Carmen Pampa, en el huerto de producción orgánica de hortalizas, Febrero 15, 2011. Plantas senescentes y otras destruidas por labores de deshierbe. De estas últimas los frutos están aun inmaduros y tienen forma redonda.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 010

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CMP 011

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Nor Yungas, colectada también en la Unidad Académica Campesina de Carmen Pampa, en el huerto de producción orgánica de hortalizas, Febrero 15, 2011. Plantas completamente senescentes que según las indicaciones de la responsable del vivero, tienen forma alargada.

Material colectado: Planta viva

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 011

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CMP 012

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Nor Yungas, colectada en la ruta a Munaypata cerca de la entrada al Hotel Paraíso en el domicilio del Sr. Amador Matos, Febrero 15, 2011. Una sola planta joven sin flores ni frutos, creciendo entre rosales.

Material colectado: Planta viva

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 012

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CMP 013

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Nor Yungas, colectada en la ruta a Munaypata en el domicilio del Sr. Carmelo Matos, Febrero 15, 2011. Una sola planta con flores y frutos, creciendo entre rosales, cítricos y otras plantas.

Material colectado: Herbario, Frutos

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 013

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CMP 014

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Nor Yungas, colectado en Trinidad Pampa en el huerto de la Sra. Katya Martínez, Febrero 16, 2011. Varias plantas flores y frutos redondos de color rojo, creciendo entre rosales, cítricos y otras ornamentales.

Material colectado: Herbario, Frutos

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 014

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CMP 015

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Nor Yungas, colectado en Trinidad Pampaa 100 m de CMP 014 detrás de la tienda de Dn. Luciano Chuquimia, Febrero 16, 2011. Varias plantas flores y frutos redondos de color rojo, creciendo en un terreno baldío entre piedras.

Material colectado: Herbario, Frutos

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 015

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CMP 016

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Nor Yungas, colectado en Los Anguias en la casa de Dña. Jacinta Limachi, Febrero 16, 2011. Varias plantas flores y frutos redondos de color rojo, creciendo a los largo de una acequia próxima a los canchones para el secado de coca.

Material colectado: Herbario, Frutos

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 016

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CMP 017

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, colectado en Santa Rosa entre Puente Villa y Yanacachi, Febrero 16, 2011. Varias plantas jóvenes sin flores ni frutos situadas en las proximidades de un galpón utilizado aparentemente como carpintería, una sola planta senescente con frutos.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 017

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CMP 018

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, colectado en el camino alternativo de Yanacachi a Puente Villa, Febrero 16, 2011. Una sola planta de en floración y con frutos rojos creciendo en medio de un cocal cerca de Tikuniri

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 018

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CMP 019

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, colectado en el mismo sitio que CMP 018, Febrero 16, 2011.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 019

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CMP 020

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, colectado Chirka, en la casa de Dn. Carlos Duran, Febrero 16, 2011. Una sola planta en floración y con frutos rojos creciendo en medio del jardín entre rosales y algunos árboles frutales.

Material colectado: Herbario, Frutos

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 020

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CMP 021

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, Irupana, colectado en el jardín del Hotel Bounqanvillas, Febrero 17, 2011. Varias plantas senescentes con frutos rojos.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 021

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CMP 022

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, Irupana, colectado en el mismo sitio que CMP 021, Febrero 17, 2011.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 022

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CMP 023

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, Irupana, colectado en el garaje del Hotel Bounganvillas, Febrero 17, 2011. Plantas jóvenes en floración y con frutos aun verdes de forma alargada.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 023

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CMP 024

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, colectado enLaza, en el huerto del Sr. José Calcino, Febrero 17, 2011. Una o dos plantas en floración y con frutos rojos y redondos, situadas entre arboles de cítricos.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 024

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CMP 025

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, colectado enLaza, huerto del Sr. Víctor Bilbao a 100 m de CMP 024, Febrero 17, 2011. Una sola planta senescente con abundantes frutos rojos redondos, entre árboles frutales y cucurbitáceas.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 025

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme*

CMP 026

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, colectado enLaza, huerto del Sr. Marcial Escobar, Febrero 17, 2011. Una sola planta aun con follaje y frutos rojos.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 026

Solanum lycopersicum var. cerasiforme

CMP 027

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, colectado en Yalica (Capipampa), huerto del Sr. Eduardo Chávez, Febrero 17, 2011.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 027

Solanum lycopersicum var. cerasiforme

CMP 028

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, colectado en Chicaloma, en el huerto del Sr. Ángel Clavijo, Febrero 17, 2011. Dos plantas con flores pero sin frutos.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 028

Solanum lycopersicum var. cerasiforme

CMP 029

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, colectado en Chicaloma, en la casa del Sr. Lidio Clavijo, Febrero 17, 2011. Varias plantas tutoradas algunas de ellas con frutos redondos y de color rojo.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 029

Solanum lycopersicum var. cerasiforme

CMP 030

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, colectado en Irupana, Febrero 17, 2011. Semilla botánica de tomate (proveniente de EEUU) donada por el Sr. Geno N.

Material colectado: Semilla botánica

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 030

Solanum lycopersicum var. cerasiforme

CMP 031

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, colectado en Irupana, en el huerto de Dn. Genaro en la calle Limonani, Febrero 17, 2011. Planta senescente con frutos redondos y amarillos.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 031

Solanum lycopersicum var. cerasiforme

CMP 032

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, colectado en Limonbado, en la casa del Sr. Manuel Aguilar, bajo arboles de cítricos, Febrero 18, 2011. Plantas (2-3) jóvenes con flores y frutos rojos y redondos, localizados en suelo con alto contenido de materia orgánica.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 032

Solanum lycopersicum var. cerasiforme

CMP 033

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, colectado en Limonbado, en la casa de la Sra. Martha Gutiérrez, Febrero 18, 2011.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 033

Solanum lycopersicum var. cerasiforme

CMP 034

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, colectado cerca de Limonbado en el cocal del Sr. Dionicio Mamani, Febrero 18, 2011. Una sola planta joven con flores y frutos rojos y redondos, localizada entre plantas de coca y cerca de parcelas de Capsicum sp. y yuca.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 034

Solanum lycopersicum var. cerasiforme

CMP 035

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, colectado Cañamina, en el huerto de la Sra. Noemi Muriel, Febrero 18, 2011. Una sola planta joven con flores y frutos rojos y redondos cerca del rio Cañamina.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 035

Solanum lycopersicum var. cerasiforme

CMP 036

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, colectado en las cercanías de Cajuata, Febrero 18, 2011. Una sola planta joven con flores y frutos rojos y redondos.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 036

Solanum lycopersicum var. cerasiforme

CMP 037

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Sur Yungas, colectado en Charapatzi, donado por la Sra. Marina Aliaga, Febrero 18, 2011.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, R. Meneses, F. Patiño, 037

Solanum chmielewskii

PL 001

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Larecaja, colectado a 50 m de CPL 005 en la cuenca del río San Cristóbal, en dirección hacia Sorata (río arriba). Abril 10, 2011. Dos plantas de hábito rastrero, en floración y sin frutos, sobre terreno seco, pedregoso y escaso de materia orgánica.

Material colectado:

F. Patiño, R. Lujan 001

Solanum chmielewskii

PL 002

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Larecaja, colectado a 200 m de CPL 005 en la cuenca del río San Cristóbal, en dirección hacia Sorata (río arriba). Abril 10, 2011. Una sola planta de hábito rastrero, en floración, con frutos esféricos, de color verde blanquecino con pigmentación morada, sobre terreno seco, pedregoso y escaso de materia orgánica.

Material colectado: Frutos

F. Patiño, R. Lujan 002

Solanum chmielewskii

PL 003

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Larecaja, colectado a 600 m de CPL 005 en la cuenca del río San Cristóbal, en dirección hacia Sorata (río arriba). Abril 10, 2011. Dos plantas de hábito rastrero, en floración, con frutos esféricos, de color verde blanquecino con pigmentación morada, sobre terreno seco, pedregoso y escaso de materia orgánica.

Material colectado: Frutos

F. Patiño, R. Lujan 001

ANEXO VI

INFORME DE VIAJE DE COLECTA DE ESPECIES SILVESTRES DE TOMATE EN BOLIVIA

3 al 9 de marzo, 2012

I. Colectores y Autores del Informe

Mario Crespo

m.crespo@proinpa.org

Fernando Patiño

f.patino@proinpa.org

Rubén Luján

r.lujan@proinpa.org

Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos (PROINPA)

Av. Elías Meneces s/n, frente al Tecnológico de El Paso

Teléfono: (591)-4-4319595

Fax: (591)-4-4319600

Casilla: 4295

www.proinpa.org

II. Colaboradores

Dr. Gerardo Tapia

Encargado Recursos Genéticos

INIA-Quillamapu

Av. Vicente Méndez 515

Chillan-Chile

Teléfono: 56-042-209651

Dr. Antonio Gandarillas

Gerente General

Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos (PROINPA)

Av. Elías Meneces s/n, frente al Tecnológico de El Paso

Teléfono: (591)-4-4319595

Fax: (591)-4-4319600

Casilla: 4295

www.proinpa.org

III. Auspiciadores

- Proyecto "Desarrollo y valoración de recursos genéticos de *Lycopersicon* spp. para su utilización en mejoramiento genético de Solanáceas frente a estrés biótico y abiótico".

IV. Equipos utilizados

- Camioneta
- GPS
- Prensa de herbario
- Mapas cartográficos
- Cámara fotográfica digital

V. Itinerario detallado

Sábado, 3 de marzo de 2012

Cochabamba, Tranca Suticollo, Bombeo, Caracollo, Konani, Patacamaya, Villa Loza, El Alto

Salida de Cochabamba a horas 13:30. Llegada a la ciudad de El Alto a horas 21:30 pm, en donde se pernocta.

Domingo, 4 de marzo de 2012

El Alto, Corapaca, Batallas, Huarina, Achacachi, Ancoraimas, Carabuco, Escoma, Tajani, Cariquina, Wallpacayo, Pacobamba, Mocomoco

Salida de El Alto a horas 07:30 am. Arribo al cruce de Wallpacayo a horas 10:20 am aproximadamente. De ahí se inicia descenso hacia la localidad de Mocomoco, sin embargo, en el trayecto se toma contacto con agricultores de la zona quienes indican que el camino se encuentra bloqueado por deslizamientos de tierra próximos al puente de acceso a la localidad de Italaque. Sugieren ingresar por una ruta alterna que se inicia en la localidad de Pacobamba (distante a 30 km del Cruce Wallpacayo, rumbo a Apolo). Se sigue camino por la ruta sugerida a baja velocidad debido a que el camino se encuentra en mal estado. Se arriba a Mocomoco a horas 13:00 pm, en donde inmediatamente se entrevista a gente del lugar. Se contacta al Tec. Agr. [REDACTED] de FUNDAPIM quien a su vez nos contacta con el Jilakata (Florencio Simón) de la comunidad Ajjal Inqa. Junto a él nos dirigimos a dicha comunidad en donde se hace una colecta de la especie *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* (CPL 008) localizada en el jardín del Sr. Jacinto Chinchoro, de frutos rojos y redondos. Se prosigue camino hacia la comunidad de Ajjal Mollebamba, hasta la casa del Sr. Emeterio Parihuanca, en donde se colecta una segunda muestra de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* (CPL 009) también de frutos rojos y redondos. Luego de una explicación de las características de la especie de tomate silvestre colectada en las proximidades de Sorata, Dn. Emeterio afirma haber visto plantas de dicha especie en el Rio Chivita, localizado a aproximadamente 250 m abajo aunque no recuerda el sitio exacto. Se acuerda realizar una exploración a la zona al día siguiente para la localización de dichas plantas. Se emprende retorno a Mocomoco en donde se pernocta.

Lunes, 5 de marzo de 2012

Mocomoco, Ajjal Inqa, Ajjal Mollebamba, Cariquina, Escoma, Achacachi, Huarina, El Alto, Patacamaya, Oruro.

Salida de Mocomoco a horas 06:30 am. Nos dirigimos directamente hasta la localidad de Ajjal Mollebamba en donde Dn. Emeterio nos espera ya con una planta de la especie *S. chmielewskii* colectada por el día anterior. Tanto las hojas, flores y frutos tienen las mismas características que el material colectado en la localidad de Sorata en marzo de 2010. Se inicia el descenso a pie hacia el Rio Chivita a través de un sendero empinado hasta descender aproximadamente unos 200 m con rumbo NE hasta llegar al sitio de procedencia de la planta colectada por Dn. Emeterio, allí se localiza una población de *S. chmielewskii* (CPL 010) compuesta de 8 plantas aproximadamente todas en floración y con frutos pequeños, verde blanquecinos y con jaspes morados. El sitio, conocido como Coro Coro, es bastante accidentado con una pendiente aproximada de 45° y suelo arcilloso-pedregoso. Se intenta realizar una exploración de toda la ladera del rio lo cual se hace difícil debido a que las riberas se encuentran inaccesibles por deslizamientos y el dragado ocasionado por el aumento del caudal del rio. Se retorna a la casa de Dn. Emeterio (comunidad Ajjal Mollebamba) en donde se prepara las muestras de herbario y los frutos colectados para su traslado. Se inicia retorno hacia Mocomoco en donde se decide iniciar viaje hasta la ciudad de Oruro rumbo al Altiplano Sur. Arribo a Oruro a horas 21:30 aproximadamente en donde se pernocta.

Martes, 6 de marzo de 2012

Oruro, oficinas de PROINPA, Vinto, Machacamarca, Pazña, Challapata, Santiago de Huari, Sevaruyo, Rio Mulato, Chita, Colchani, Uyuni

A horas 08:00 am se visita las oficinas de la Fundación PROINPA en la ciudad de Oruro en donde se sostiene una reunión con el Ing. Genaro Aroni con el fin de planificar los recorridos a realizar en el Altiplano Sur. Salida de Oruro a horas 09:46 am. En el recorrido se realiza una parada en las proximidades de la localidad de Rio Mulato situada a 3821 m de altitud, cuya topografía accidentada y la proximidad del Rio Grande, favorece la presencia de microclimas con vegetación variada. Se hacen exploraciones en distintas direcciones en las que se localizan poblaciones de papa silvestres pero no de tomate. Se prosigue viaje hasta la localidad de Uyuni a donde se arriba a las 17:00 pm, y en donde se pernocta.

Miércoles, 7 de marzo de 2012

Uyuni, Ramaditas, Vila Vila, San Cristóbal, Culpina K, Villa Alota, Villa Mar, riberas Rio Grande

Salida de Uyuni a horas 09:00 aproximadamente. Se realiza el recorrido hasta la localidad de San Cristóbal, en donde se contacta con personal de la empresa estatal ENDE quienes nos dan datos de la presencia de plantas que producen frutos de color verde en los alrededores de la Laguna Colorada. Se reinicia viaje hasta la localidad de Villa Mar, adonde se arriba a horas 14:30 aproximadamente, de allí se continua (en dirección E) hasta las riberas del Rio Grande en donde se localizan bofedales en los cuales la humedad ocasionada por el rio, favorece la presencia de vegetación. En las exploraciones realizadas a estos bofedales no se localizan plantas de tomate silvestre. Se inicia retorno a Villa Mar en donde se pernocta.

Jueves, 8 de marzo de 2012

Villa Mar, Salar Capina, Laguna Colorada, Laguna Verde, Hito Cajones, Laguna Colorada

Salida de Villa Mar a horas 08:00 am. Se inicia el recorrido hacia el campamento de guardaparques de la Laguna Colorada, la cual se encuentra dentro de la Reserva Natural Eduardo Abaroa. Allí se conversa con gente del albergue de turistas existente en esa zona, quienes desconocen la presencia de tomate silvestre en la zona. Lamentablemente no se pueden realizar exploraciones cerca de la laguna misma debido a que es necesaria una autorización del Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP). Se prosigue viaje hasta Laguna Verde e Hito Cajones (frontera con Chile) ambos situados por encima de los 4300 msnm, en donde tampoco se localizan plantas de tomate silvestre. Se inicia retorno a Laguna Colorada, adonde se arriba a horas 17:00 pm y en donde se pernocta.

Viernes, 9 de marzo de 2012

Laguna Colorada, Villa Alota, Culpina K, San Cristóbal, Vila Vila, Ramaditas, Uyuni, Colchani, Chita, Río Mulato, Sevaruyo, Santiago de Huari, Challapata, Pazña, Machacamarca, Vinto, Oruro, Cochabamba

Salida de Laguna Colorada a horas 06:00 am. Se inicia viaje de retorno hacia la ciudad de Oruro con la finalidad de realizar al día siguiente exploraciones en la localidad de Pisiga (fronteriza con Chile). Se arriba a Oruro aproximadamente a horas 17:00 y se visitan nuevamente las oficinas de la Fundación PROINPA para la coordinación de rutas y tiempo de viaje hasta Pisiga. Allí se nos informa que la ruta hacia dicha localidad aun no está asfaltada y que las características fisiográficas y climáticas de la zona tampoco son apropiadas para la presencia de plantas de tomate silvestre. Ante ese panorama se toma la decisión de retornar a la ciudad de Cochabamba a donde se arriba a horas 01:00 am aproximadamente del día sábado 10 de marzo de 2012.

DATOS PASAPORTE Y MATERIAL COLECTADO

Solanum lycopersicum var. cerasiforme

CPL 008

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Camacho, colectada en la comunidad de Ajial Inqa (próxima a Mocomoco) en el jardín del Sr. Jacinto Chinchoros. Marzo 4, 2012. Plantas (2) grandes con frutos rojos y redondos, creciendo en medio de cítricos y flores en suelo con abundante materia orgánica.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, F. Patiño, R. Luján 008

Solanum lycopersicum var. cerasiforme

CPL 009

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Camacho, colectada en la comunidad de Ajial Mollebamba (próxima a Mocomoco) en el jardín del Sr. Emeterio Parihuanca. Marzo 4, 2012. Una sola planta, con frutos rojos y redondos, creciendo junto a hortalizas, cítricos y flores, en suelo con abundante materia orgánica.

Material colectado: Frutos

M. Crespo, F. Patiño, R. Luján 009

Solanum chmielewskii

CPL 010

BOLIVIA, Departamento La Paz, Provincia Camacho, colectada a 200 m de CPL 009 en dirección al Río Chivita, en el lugar denominado como Coro Coro. Marzo 4, 2012. Población de plantas (8) de hábito rastroso, con abundantes frutos verde-blanquecinos con jaspes morados y de forma redonda, creciendo en suelo arcilloso con abundante piedra y con escasa materia orgánica.

Material colectado: Frutos, Herbario

M. Crespo, F. Patiño, R. Luján 010

Anexo VII

Centro de Agricultura y Medio Ambiente

Universidad de Chile

Proyecto FONTAGRO

Desarrollo y valoración de recursos genéticos de *Lycopersicon spp.* para su utilización en mejoramiento genético de Solanaceas frente a estrés biótico y abiótico

Informe de actividades en modelación ecofisiológica

Dr. Fernando Santibáñez

Carolina Caroca, Paula Santibáñez

El CIAT proporcionó una base de datos climáticos de todo continente, lo que permite aplicar y calibrar modelos ecofisiológicos

Se realizó una primera aplicación del modelo EcoCrop para la línea base en Chile.

Se preparó una cartografía climática detallada, de alta resolución, mediante la reunión de la información proporcionada por el CIAT y la recopilada localmente por el equipo de AGRIMED. Esta cartografía incluye a las temperaturas extremas, la precipitación, los días grado, la radiación solar, la evapotranspiración y otras variables, a partir de las cuales se alimentará el modelo SIMPROC, cuyos resultados serán comparados con los obtenidos por el EcoCrop.

Utilizando los Downscaling generados por el CIAT, se crearon los escenarios climáticos para los años 2030 y 2050, con un nivel de detalle de 1x1 Km. Para el territorio chileno. Este downscaling fue sometido a un detallado proceso de validación local, mediante estaciones meteorológicas locales, lo que permitió un significativo avance en la calidad de la base cartográfica para estudios de adaptación y niveles de estrés bioclimático.

Se hizo una completa compilación de los requerimientos bioclimáticos del Tomate, con el objeto de calibrar los modelos EcoCrop y SIMPROC.

Tabla de contenido

1. Introducción	91
2. GENERACIÓN DE ESCENARIOS CLIMÁTICOS DE ALTA RESOLUCIÓN	92
Recopilación, validación y análisis de bases de datos climáticos históricos para la región de estudio.....	92
Actualización de la cartografía agroclimática de Chile	92
Obtención de cartografía climática de alta resolución espacial	92
Metodología de generación de escenarios	96
3. Estimación de la productividad del tomate	96
4. Resultados de la aplicación del modelo SIMPROC.....	101
5. Conclusiones	112
6. Bibliografía	116

1. Introduccion

El análisis bioclimático de las condicionantes de la producción del Tomate se realizó en tres partes:

1.Preparacion de un set de cartografía climática para alimentar el modelo ecofisiológico de la especie.

2.Modelacion ecofisiológica del Tomate, incluyendo sus exigencias bioclimáticas, sensibilidades y tolerancias frente a las variables atmosféricas

3.Zonificacion de zonas bioclimáticas para el Tomate, mediante la base de datos creada en la fase 1 y el modelo desarrollado en la fase 2.

Esta secuencia permitió establecer los impactos esperados del cambio climático sobre los rendimientos en diversas zonas del continente, a partir de los cual se hizo la evaluación económica de estos. Igualmente, esto permitió establecer las áreas con mayor potencial para la producción de la especie y sus posibles variaciones dentro de este siglo.

2. GENERACIÓN DE ESCENARIOS CLIMÁTICOS DE ALTA RESOLUCIÓN

Recopilación, validación y análisis de bases de datos climáticos históricos para la región de estudio

Para construir la línea base se compiló la información de estaciones meteorológicas de la Dirección Meteorológica de Chile, la Dirección General de Aguas y las provenientes de diversas instituciones públicas y privadas (Universidades, Institutos, particulares). El período considerado para este efecto fue 1980-2010. Esta información fue complementada con la información climática espacializada del Atlas Agroclimático de Chile (Santibáñez y Uribe, 1993), la que fue actualizada al período en referencia para este estudio

Actualización de la cartografía agroclimática de Chile

Para la actualización de información climática, se utilizaron datos de las estaciones meteorológicas y se superpusieron sobre las cartas climáticas del atlas agroclimático de 1993. Estas cartas tienen una resolución espacial de 10 x 10 Km y representan de manera confiable los patrones de variación espacial, ya que fueron construidas mediante métodos de interpolación supervisada. Por ejemplo, en el caso del régimen térmico, se aplicaron técnicas de interpretación de imágenes satelitales (NOAA- AVHRR), las que entregan el conocimiento de las variaciones espaciales. A través de estas imágenes es posible obtener detalles que los algoritmos de interpolación espacial no son capaces de representar, como islas térmicas de concentración de masas de aire frío, efecto Foehn o sombras de lluvia (contraste climático entre laderas oriente y poniente), efecto atemperador de los cuerpos de agua sobre los bordes, capa límite del océano sobre el litoral y otras singularidades

Obtención de cartografía climática de alta resolución espacial

Se modeló el régimen térmico y de precipitación con resolución de 1 km para el período 1980 y 2010, a través de regresiones múltiples que consideran como variables explicativas la elevación, la latitud y la distancia al mar de cada estación. Para establecer los algoritmos de interpolación se densificaron las estaciones meteorológicas disponibles a través de la generación de estaciones virtuales (Ver Figura 1). Estas estaciones provienen de puntos extraídos de las cartas del atlas agroclimático de Chile actualizado al año 2010, como se describe en el punto anterior. Esto permitió suplir en parte las lagunas de información en ciertas zonas del territorio, particularmente en áreas de altura. Igualmente, se seleccionaron algunos puntos del atlas agroclimático actualizado, aquellos en donde no hay baja densidad de estaciones meteorológicas y donde existen fenómenos que son necesarios de incorporar en

una cartografía detallada, como zonas con efectos de sombras de lluvia, fuertes gradientes térmicos en laderas de cerros, etc.

Para poder obtener un buen ajuste en la generación de regresiones se dividió a Chile en 7 zonas. En algunos casos fue necesario adicionalmente dividir el territorio en dos sub-zonas longitudinales: aquellas con más influencia marina y sectores interiores más continentales. Las regresiones fueron de tipo cuadrática y en algunos casos cúbicas.

Ejemplos de regresiones utilizadas para la modelación del régimen térmico y de precipitaciones

Para la región de Valparaíso y Metropolitana se utilizó la siguiente regresión para modelar la temperatura máxima de enero (T_{XE}):

$$T_{XE} = \alpha + \beta * elevación + \gamma * latitud + \delta * distancia\ mar + \varepsilon * elevación^2 + \theta * latitud^2 + \vartheta * distancia\ mar^2$$

Variables	Distmar	Latitud	Elevación	TXE
Distmar	1,000	-0,266	0,814	-0,603
Latitud	-0,266	1,000	0,061	0,015
Elevación	0,814	0,061	1,000	-0,865
TXE	-0,603	0,015	-0,865	1,000

Tabla 1. Matriz de correlación entre la temperatura máxima de enero modelada y las variables explicativas en la región de Valparaíso y Metropolitana.

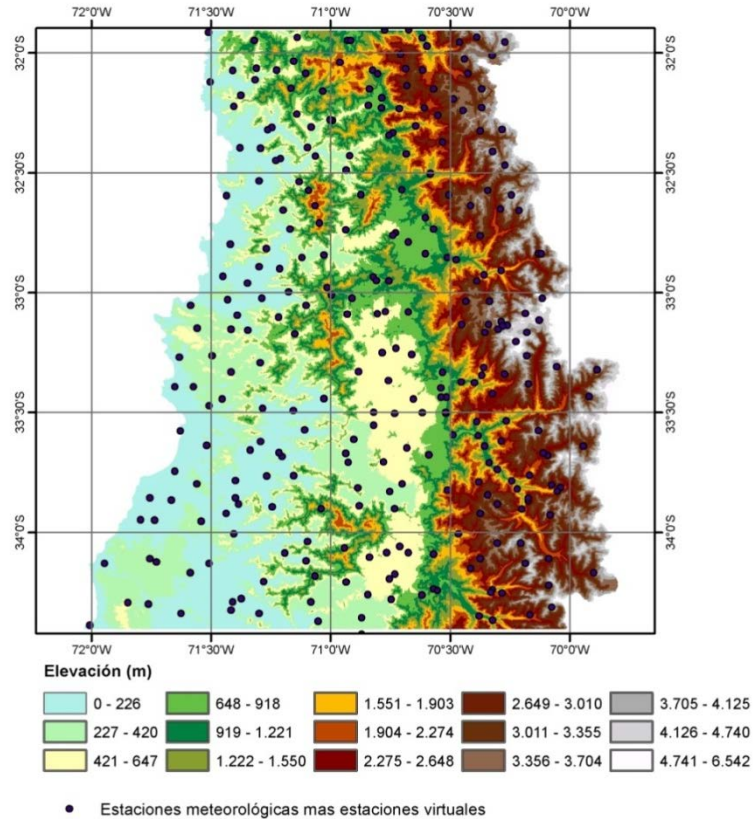


Figura 1. Distribución de estaciones meteorológicas más estaciones virtuales para la generación de regresiones no lineales múltiples en las regiones de Valparaíso Y Metropolitana.

En el caso de las temperaturas máximas se observa en la Tabla que existe una fuerte correlación con el relieve (-0.865) y con la distancia al mar (-0.603), lo que puede verse claramente en la Figura , donde se observan núcleos cálidos en los valles interiores y una rápida disminución de la temperatura por sobre 1500 metros de altura. Los puntos seleccionados para construir la regresión presentan un buen ajuste con los datos modelados ($R^2 = 0,934$) como se observa en la Figura .

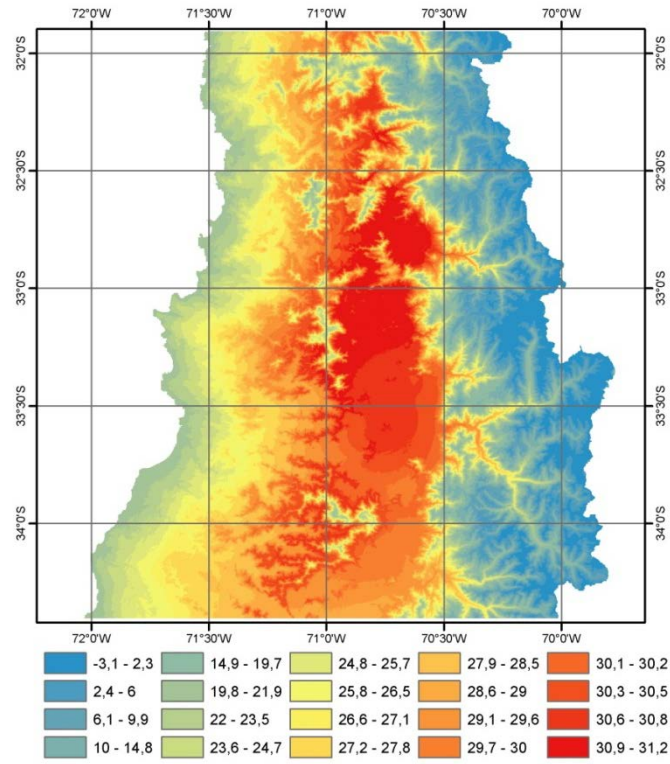


Figura 2. Temperaturas máximas de enero en las regiones de Valparaíso y Metropolitana.

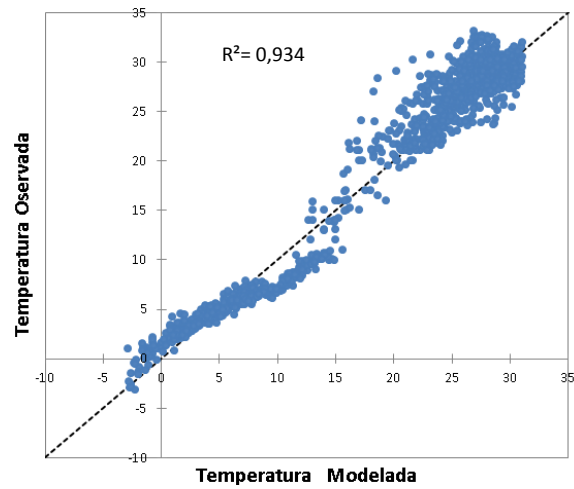


Figura 3. Temperatura modelada v/s temperatura observada.

Metodología de generación de escenarios

Para la generación de los escenarios climáticos se utilizó el promedio de los resultados de los modelos climáticos de HIJMANS et al (2005), disponibles en <http://www.worldclim.org/>. Estas bases de datos contienen datos modelados para la línea base (escenario climático actual) y escenarios futuros de cambio climático. Estos modelos tienen 1 km de resolución espacial y se utilizó el escenario futuro 2050.

3. Estimación de la productividad del tomate

A partir de la información climática actual se estimó los potenciales de producción, a través del modelo SIMPROC (Santibáñez, 2001; CONAMA, 2008; MMA, 2010), para el tomate en Chile. Como escenario futuro se utilizó el escenario A2 para el periodo 2050. Los resultados de la aplicación del modelo SIMPROC permiten conocer los niveles de rendimiento, la estacionalidad de las fechas de siembra y el consumo de agua en distintos momentos del año.

Modelo SIMPROC

El modelo se inicializa luego de la emergencia de las plantas, lo que ocurre algunos días después de la siembra, cuyo número es función de la temperatura del suelo. Cuando la temperatura del suelo supera la temperatura umbral de germinación, se inicia esta, produciéndose la emergencia en un número de días (D_{emer}).

$$D_{emer} = D_{lim} - S_{emer} * T_s$$

D_{lim} y S_{emer} , corresponden a los parámetros de la ecuación lineal. D_{emer} se reduce a un mínimo constante a temperaturas suficientemente altas.

El modelo SIMPROC considera que el cultivo se desarrolla desde una fase fenológica a otra, sobre la base de la acumulación de unidades térmicas. A partir de la emergencia, el crecimiento de la materia seca es simulado en cada estado de desarrollo, teniendo en cuenta la radiación fotosintéticamente activa absorbida (PAR_a), la cual depende de la radiación fotosintéticamente activa incidente (PAR_o), del índice de área foliar (IAF), del albedo de las hojas (AL) y de la última radiación transmitida hasta la superficie del suelo. Esta última

depende además, del coeficiente de extinción de la luz (Ke), según la ecuación de Lambert-Beer:

$$PARa = (1 - AL) * PARo * (1 - \exp(-Ke * IAF))$$

La energía luminosa fijada bioquímicamente o fotosíntesis bruta (FBr) dependen de la radiación absorbida (PARa), y de la eficiencia fotosintética del cultivo como un todo (Efc). Esta última varía con la intensidad luminosa, PARo, y el nivel de CO_2 en la atmósfera

$$FBr = PARa * Efc$$

$$Efc = Eo * Dc * PARo - 1,191$$

$$Dc = 0,1826 * LN(CO2 - 330) + 0,3126$$

Las ecuaciones de FBr, Efc y Dc fueron ajustadas a partir de datos obtenidos de Milthorpe y Moorby (1975). Dc representa el incremento de la eficiencia fotosintética en atmósferas enriquecidas con CO_2 por sobre el nivel 330 ppm. Eo corresponde a la eficiencia fotosintética máxima a bajas intensidades de luz. Esto permite calcular el posible comportamiento del cultivo frente a escenarios de cambio climático.

La producción potencial de materia seca o crecimiento potencial (CREo) depende de la respiración de mantenimiento (Rm) y de la eficiencia bioquímica del crecimiento (Ec), Penning De Vries y H. Van Laar, 1982)

$$CREo = (FBr - Rm) * Ec$$

La respiración de mantenimiento es proporcional a la biomasa de cada órgano y su coeficiente respiratorio

$$Rmo = (Bh * Rmh) + (Bt * Rmt) + (Br * Rmr) + (Bm * Rmf)$$

donde Bh, Bt, Br y Bf son las biomásas de hojas, tallos, raíces y frutos, respectivamente.

Rmh, Rmt, Rmr y Rmf son los respectivos coeficientes respiratorios.

La respiración de mantenimiento depende además, de la temperatura, manifestando una respuesta del tipo de las reacciones enzimáticas:

$$Rmx = Rmo * Q10^{(0,1*(T-25))}$$

Donde Q10 = representa la tasa de incremento de la respiración cuando la temperatura aumenta en 10°C.

La temperatura ejerce además una acción reguladora sobre el crecimiento, por lo que es necesario incluir una función de control que tenga en cuenta, la temperatura umbral de crecimiento (Tu), así como el óptimo (To) y el máximo de este proceso (Tmx) y de las temperaturas extremas diarias (máxima, Tx y mínima, Tn). El coeficiente de regulación térmica del crecimiento (CT) se determina según la siguiente relación que se ha derivado:

$$CT = (1 + a * \exp(-b * (Tx - Tu)))^{-1} - (Tmx + (Tx - Tn) - To)^{-1} * (Tx - To).$$

El déficit hídrico en el suelo reduce las tasas de evapotranspiración real según el algoritmo:

$$FDH = 1 - (1 - HS/HA)^{kh}$$

donde HS/HA representa la fracción de humedad aprovechable del suelo en cualquier instante y Kh es un coeficiente que depende de la textura del suelo y de la demanda atmosférica.

La evapotranspiración del cultivo (ETc) resulta de la siguiente relación empírica:

$$ETc = ETP * FDH * ((1 - \exp(-Ke * IAF)) * Kmax) + Ep$$

donde ETP es la evapotranspiración potencial y Kmax, el cociente ET_c/ETP cuando el cultivo cubre completamente el suelo. E_p es la evaporación directa de la superficie del suelo (obtenida desde la rutina del balance hídrico).

El factor hídrico de la producción FH, se obtiene mediante una función de producción que considera la relación ET_c/ET_{max} y un factor (Ky), que considera la sensibilidad de la fase fenológica atravesada por el cultivo. ET_{max} corresponde a ET_c cuando $FDH = 1$.

$$FH = 1 - (1 - ET_c/ET_{max}) * Ky$$

La tasa de crecimiento real CRE_r , se obtiene considerando el crecimiento potencial (CRE_o), el coeficiente térmico (CT) y el coeficiente hídrico (FH):

$$CRE_r = CRE_o * CT * FH$$

La edad fenológica relativa depende de la acumulación de unidades térmicas. Para este modelo se ha tomado el concepto de días-grado como unidad térmica, de modo que la edad fenológica (FF_i) en el tiempo "i" es calculado como sigue:

$$FF_i = (1/DD_o) * ddi$$

donde DD_o es el número total de días-grado a madurez de cosecha, ddi la acumulación parcial de días-grados al tiempo "i", y que se registra desde la emergencia del cultivo. El cultivo está en la fase fenológica "x" cuando $FF_x < FF_i < FF_{x+1}$. Siendo FF_x y FF_{x+1} la acumulación relativa de unidades térmicas al inicio y al final de la fase "x".

La fenología modula el reparto del crecimiento en los distintos órganos de acuerdo a un coeficiente de reparto (cr), de modo de cumplir con el programa ontogénico de la especie. Cada órgano crece en forma proporcional al crecimiento total del cultivo, de acuerdo a la siguiente relación:

$$CR_h = CRE_r * cr_h$$

$$CR_t = CRE_r * cr_t$$

$$CRh = CREr * crr$$

$$CRf = CREr * crf$$

Los coeficientes de reparto suman la unidad en cualquier instante del ciclo. Su coherencia determina el crecimiento armónico del cultivo, determinando el fenotipo de las plantas.

La fenología modula además, la variación de las temperaturas del crecimiento, la sensibilidad del cultivo frente a las heladas y frente al déficit hídrico. El modelo contiene algoritmos que permiten simular la pérdida del área foliar y de meristemas de crecimiento, luego de una helada, así como los fenómenos de endurecimiento de los tejidos frente a éstas, luego de una secuencia de temperaturas congelantes.

El índice de área foliar del cultivo (IAF) es generado como un balance, donde la entrada corresponde a la partición del crecimiento hacia las hojas y la salida, está constituida por el fenómeno de senescencia foliar (SEN). De esta forma, las variaciones del IAF son calculadas de la siguiente manera:

$$IAF = (crh * CREr - SEN) * Ae$$

donde Ae es el área foliar específica (área/peso).

Hacia el final del ciclo de vida, la tasa de senescencia es mayor que la generación de la superficie foliar, hecho que desencadena una reducción del IAF del cultivo y, por lo tanto, de su capacidad fotosintética.

El modelo cuenta con una subrutina que simula el balance hídrico del sistema suelo-planta. La evapotranspiración y el consumo de agua por el cultivo aumentan gradualmente, en la medida que este cubre una mayor proporción del suelo. Simultáneamente decrece la evaporación desde el suelo. El nivel de agua en el suelo es repuesto por la lluvia y el riego. En el caso del riego, se pueden fijar los criterios de aplicación del agua. El modelo agrega agua de riego en forma automática, cuando la reserva hídrica del suelo ha disminuido al nivel crítico prefijado.

El anegamiento temporal de agua en el suelo, causada por lluvia resulta detrimental, para el crecimiento de las plantas. El modelo tiene un sistema que opera cada vez que el suelo se encuentra a capacidad de campo y se producen lluvias (mm/día), que exceden a la ETc más allá de cierto umbral. Así se simula el efecto de excesos temporales de agua, que producen apozamientos durables sobre el suelo.

4. Resultados de la aplicación del modelo SIMPROC

Siendo el tomate un cultivo exigente en temperatura, el mayor potencial de producción en riego ocurre entre las latitudes 26 y 38°S, especialmente en las zonas interiores más cálidas del territorio, donde los rendimientos se sitúan entre 75 y 80 T/ha, disminuyendo ligeramente hacia las áreas más frescas en la costa, influidas por la corriente de Humboldt, y la precordillera de Los Andes, donde el potencial productivo cae a unas 10 Ton/ha. Al sur de la latitud 39° el clima se hace igualmente más fresco por lo que se reduce considerablemente el potencial productivo, cayendo rápidamente por debajo de las 30 Ton/ha hasta marginalizarse por completo el potencial productivo en la Región de Los Lagos.

Hacia mediados de siglo en el escenario A2 el potencial de producción se expandiría considerablemente hacia latitudes más altas con respecto a la situación actual, esto como consecuencia del aumento de las temperaturas que en la actualidad son limitantes para el cultivo (Figura 4). Por el contrario se aprecia un deterioro del orden del 10 a 20% en el potencial productivo en las regiones actualmente productoras al norte de la latitud 38°S como consecuencia del aumento en los niveles de estrés térmico, especialmente durante la etapa de maduración del fruto. En algunas zonas en el norte hasta el paralelo 31°S esta disminución no es significativa a pesar del significativo aumento del estrés térmico, lo que se observa en la figura 7 para La Serena. Esto se debe básicamente a que a que las fechas de siembras se desplazan hacia septiembre y julio (Figura 9) evitando de esta manera la exposición a elevadas temperaturas durante los meses de verano. En las zonas interiores del valle central la disminución si es significativa como se observa en la figura 7 en Los Andes ya que no es posible desplazar las fechas de siembra más allá de agosto.

La costa y precordillera actualmente frescas mejoran considerablemente su potencial productivo, en alrededor de 25%, en respuesta al cambio climático. Igualmente se produce un considerable avance latitudinal del potencial productivo, al sur del paralelo 39°, desplazándose unos 300 Km el límite austral del cultivo. Esto incorpora a la zona con potencial productivo a zonas que actualmente son marginales para el tomate (Figura 5)

Estacionalidad de la siembra

Un aspecto especialmente notable es el significativo desplazamiento de las fechas de siembra del cultivo (Figura 6). En la zona norte las fechas óptimas de siembra, se adelantan de primavera a invierno (julio-agosto) entre el paralelo 26°S y 31°S, y en las zonas más cálidas de la Región de Valparaíso y Metropolitana, debido a temperaturas invernales más elevadas. En las zonas más frías de la Región Metropolitana hasta Angol por el valle central, las fechas podrían desplazarse máximo un mes, mientras que en las zonas más frías de precordillera y de la zona central y hacia el sur de Angol se mantendrían las siembras de primavera.

Requerimientos de riego

Como se observa en la figura 5, los requerimientos de riego en la zona norte y central disminuyen entre 20 a 30 %, hasta 2000 m³. Desde la Región del Maule (paralelo 36°S) al sur, los requerimientos de riego aumentan gradualmente hasta 7000 m³ al norte de la Región del Bio bio, como consecuencia de los aumentos de la evapotranspiración producto de las fuertes disminuciones de las precipitaciones en hasta un 40% en esta zona.

RENDIMIENTO TOMATE

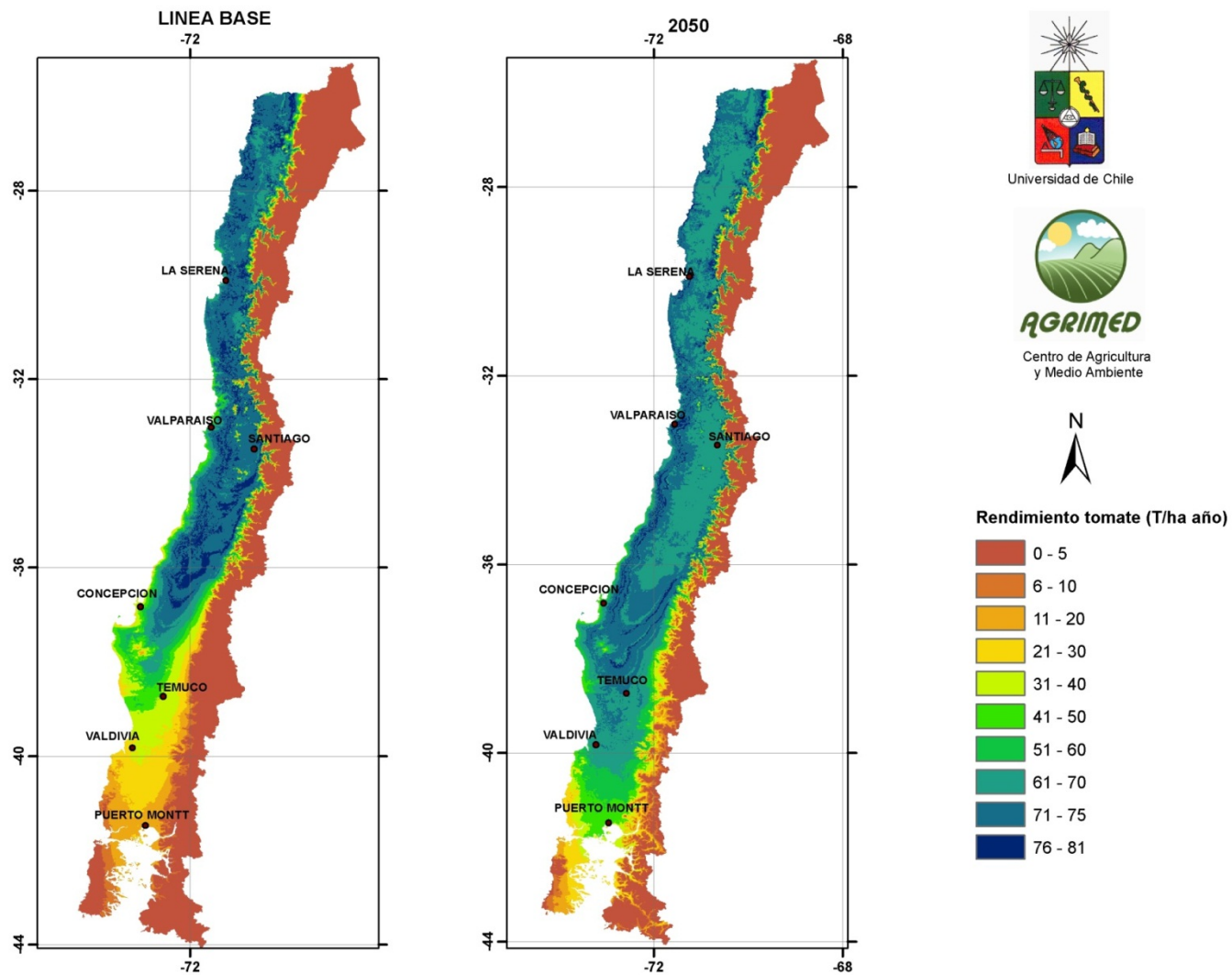


Figura 4: Rendimiento del Tomate para la línea base y el escenario 2050.

VARIACIÓN EN EL RENDIMIENTO Y REQUERIMIENTO DE RIEGO ENTRE LINEA BASE Y ESCENARIO 2050

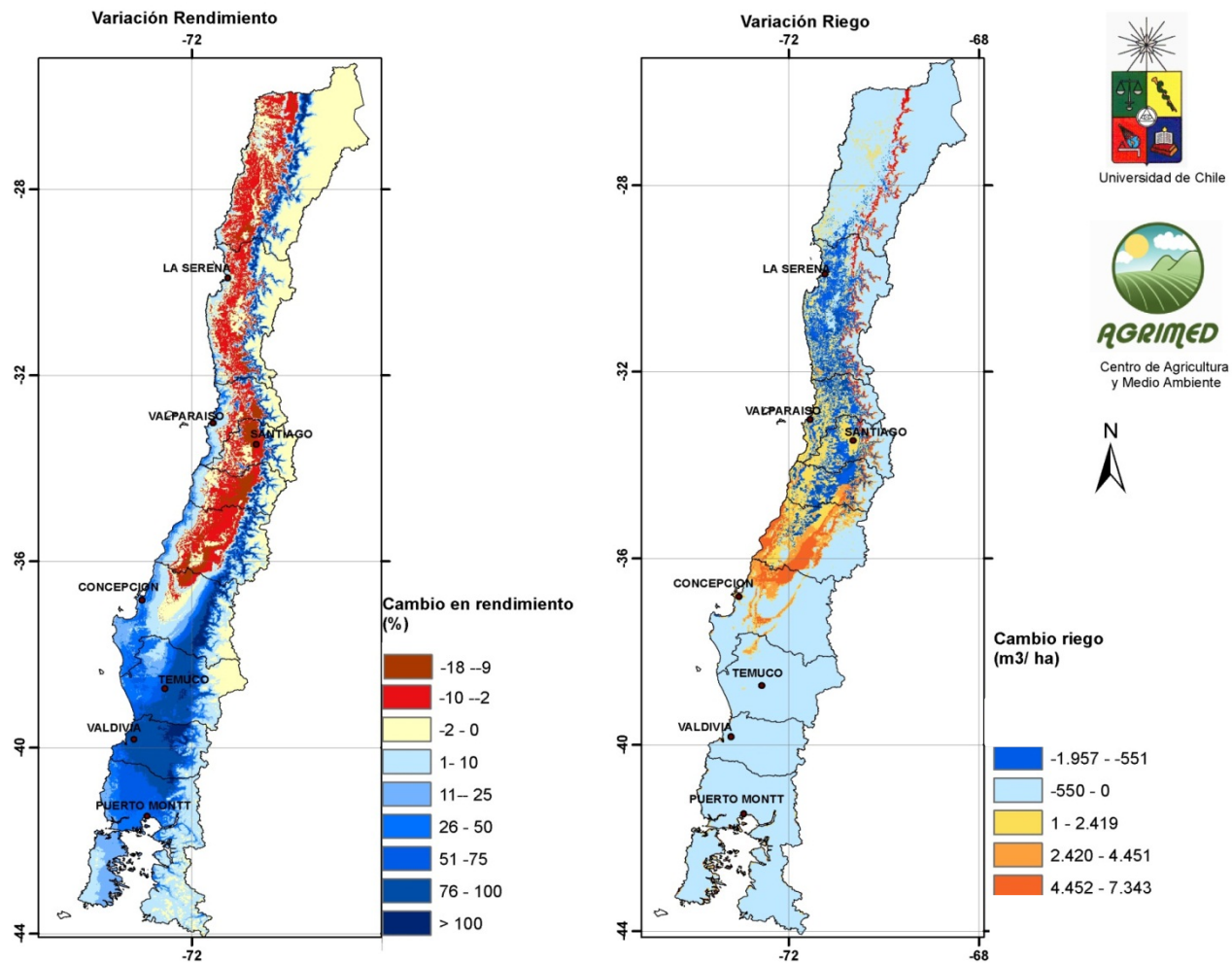


Figura 5: Variación porcentual de los rendimientos entre la línea base y el escenario 2050 (izquierda). Variación en los requerimientos de riego (derecha)

MES ÓPTIMO DE SIEMBRA

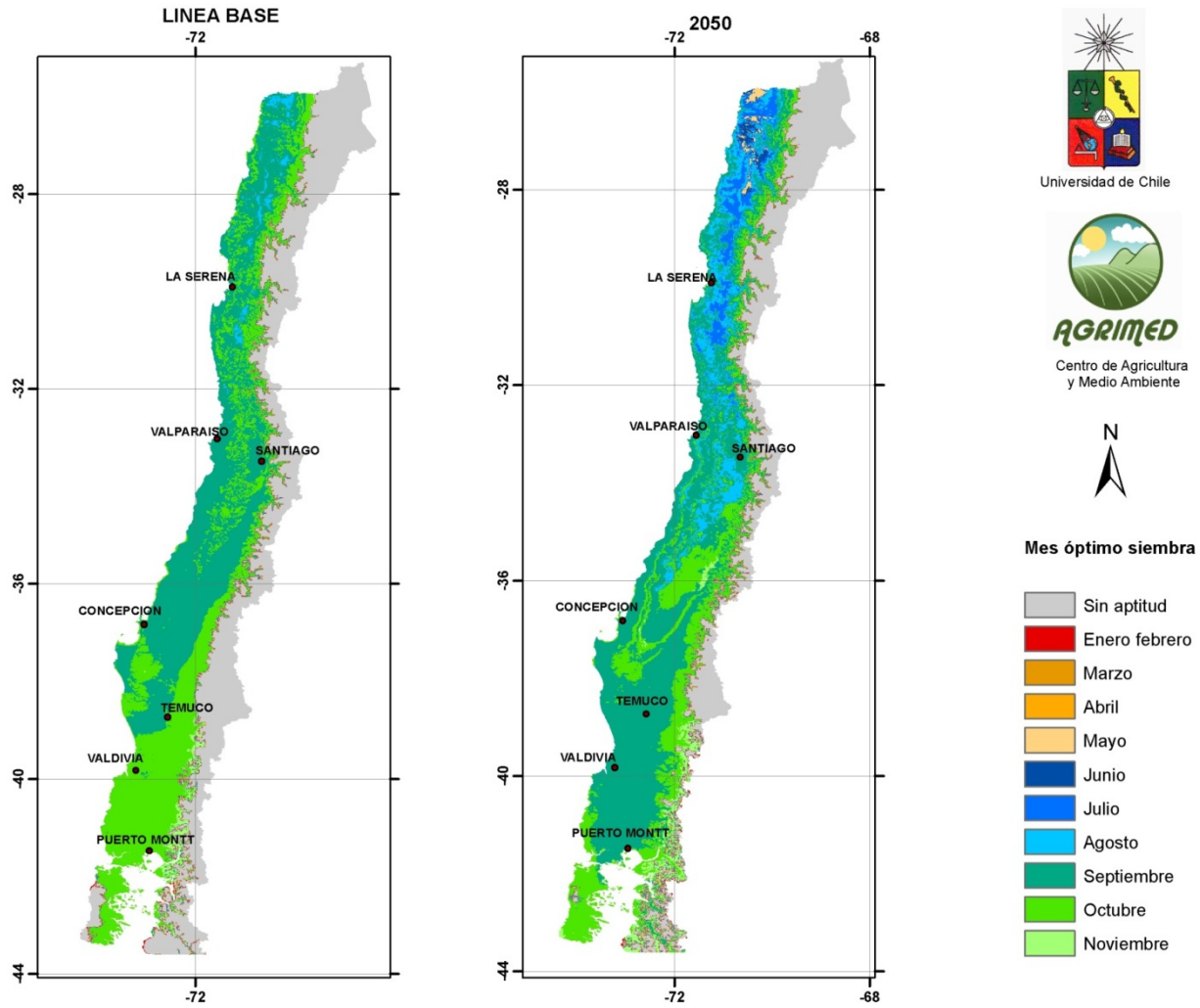


Figura 6: Mes óptimo de siembra entre la línea base y el escenario 2050

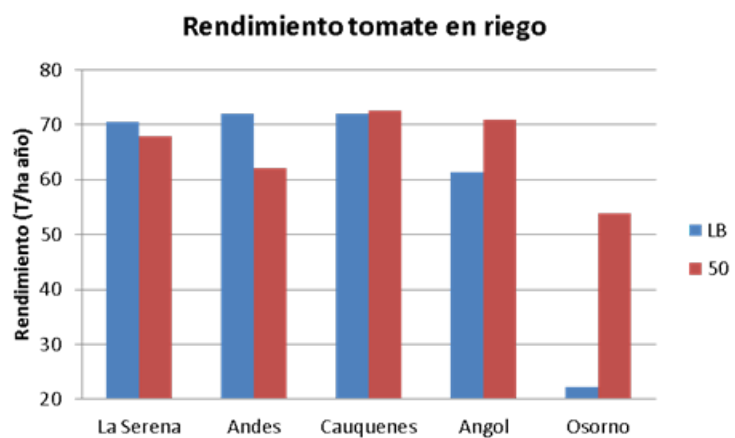


Figura 7

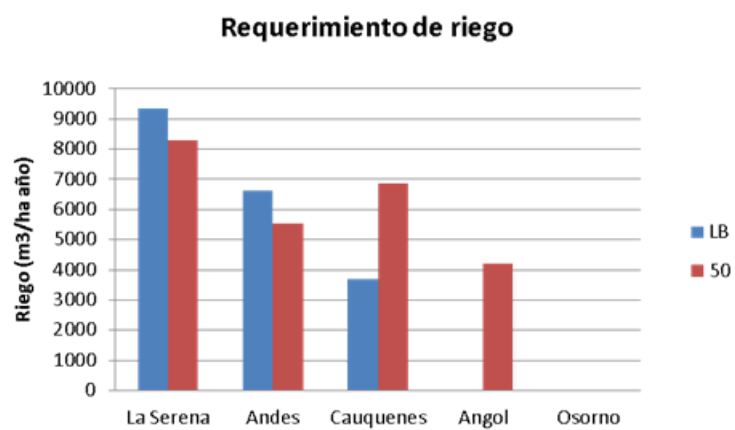


Figura 8

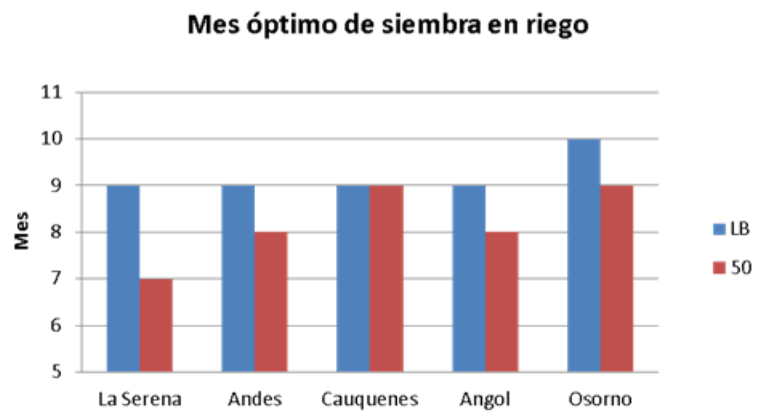


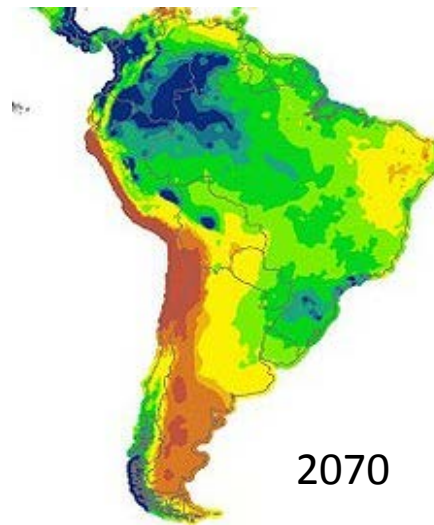
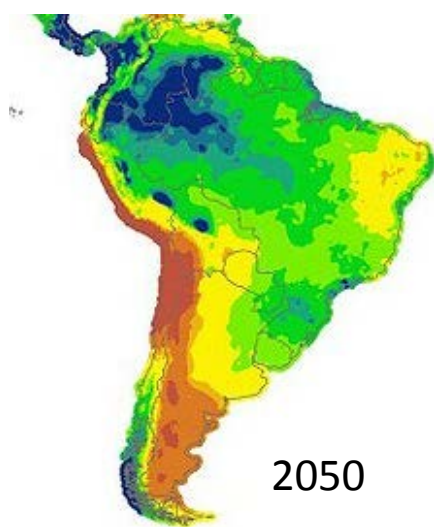
Figura 9

Escenarios bioclimáticos para los horizontes 2050 y 2070

En esta sección se presenta una muestra de los resultados de los downscaling climáticos y de la aplicación del modelo SIMPROC para evaluar las zonas bioclimáticas para la producción del tomate en América del Sur.

Precipitación anual, mm

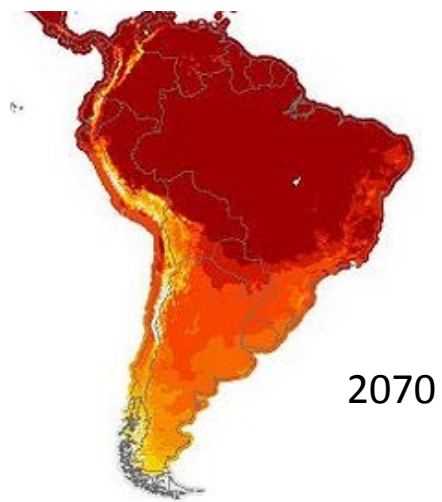
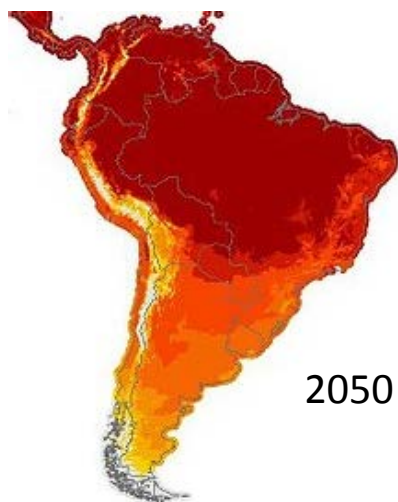
- 1 - 150
- 151 - 350
- 351 - 501
- 502 - 1000
- 1001 - 1500
- 1501 - 2100
- 2101 - 2500
- 2501 - 2800
- 2801 - 9631



Escenarios de variacion de las precipitaciones

Días cálidos/año
($T > 25^{\circ}\text{C}$)

- 0
- 1 - 7
- 8 - 36
- 37 - 100
- 101 - 176
- 177 - 300
- 301 - 338
- 339 - 359



Frecuencia de temperaturas elevadas

Período libre heladas, días

- 1 - 74
- 75 - 116
- 117 - 196
- 197 - 354
- 355 - 365



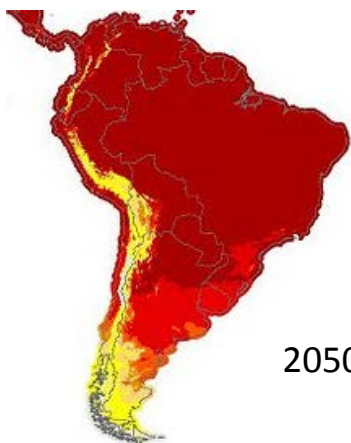
Período libre de heladas (numero de días consecutivos sin heladas)

Días-grado anuales

- 0 - 200
- 201 - 800
- 801 - 1200
- 1201 - 1500
- 1501 - 2000
- 2001 - 3500
- 3501 - 8458



1960-90



2050



2070

INTEGRAL TERMICA ANUAL (DÍAS GRADO)

T/año



Productividad del
tomate



REGIONES BIOCLIMÁTICAS PARA LA PRODUCCION DEL TOMATE

Conclusiones

En general en la Zona Central los rendimientos tenderían a bajar como consecuencia del aumento de estrés térmico y del acortamiento de los ciclos fenológicos. En las latitudes medias, especialmente en las regiones con estaciones secas, se esperan que los rendimientos de los cultivos disminuyan, incluso para aumentos relativamente menores en las temperaturas (1 a 2°C).

En general en la Zona Sur los rendimientos tenderían a aumentar o mantenerse como consecuencia del mejoramiento en los regímenes térmicos y la disminución de las heladas.

Con aumentos de temperaturas entre 1 y 3°C, se esperan aumentos de rendimiento en las latitudes altas.

Las fechas de siembra en algunos cultivos anuales podrían cambiar de manera importante, desplazándose hacia el periodo más fresco del año.

Los requerimientos hídricos podrían disminuir en el caso de cultivos cuya fecha de siembra se pueda desplazar hacia el periodo invernal.

5. Bibliografía

CONAMA, 2008. Análisis de vulnerabilidad del sector silvoagropecuario, recursos hídricos y edáficos de Chile frente a escenarios de Cambio Climático. Capítulo IV Análisis de vulnerabilidad del sector silvoagropecuario frente a escenarios de Cambio Climático, Informe técnico 92 p.

Hijmans, R.J., S.E. Cameron, J.L. Parra, P.G. Jones and A. Jarvis, 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology 25: 1965-1978.

Milthorpe, F.L., 1965. Crop responses in relation to the forecasting of yield. In: J. Pearson Craig J. Pearson, Delia Bucknell y Gregory P. Laughlin. 2008. Modelling crop productivity and variability for policy and impacts of climate change in eastern Canada. Environmental Modelling and Software. 23:1345-1355.

MMA, 2010. Portafolio de propuestas para el programa de adaptación del sector silvoagropecuario al cambio climático en Chile. Ministerio de Medio Ambiente-Departamento de Estudios y Políticas Agrarias, Ministerio de Agricultura.

Penning de Vries, F.W., Van Laar, H.H., 1982. Simulation of plant growth and crop production. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, The Netherlands. p. 308.

Santibáñez, F. 2001. El Modelado del Crecimiento, Desarrollo y Producción de Maíz, sobre bases Ecofisiológicas, mediante el modelo SIMPROC. Revista de Agrometeorología Argentina. 1: 7-16.

Santibáñez, F y J.M., Uribe. 1993. Atlas Agroclimático de Chile. Tomo II: Regiones Sexta, Séptima, Octava y Novena. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 99 p.

**DESARROLLO Y VALORACIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS DE LYCOPERSICON SPP. PARA SU
UTILIZACIÓN EN MEJORAMIENTO GENÉTICO DE SOLANACEAS FRENTE A ESTRÉS BIÓTICO Y
ABIÓTICO**

**STEPHANY SUAREZ SEPÚLVEDA
DIANA CAROLINA LOPERA
CAROLINA GONZALEZ ROJAS**

**UNIDAD DE SOCIOECONOMÍA
PROGRAMA DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS - DAPA
ENTREGA FINAL**

**CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL - CIAT
FONDO REGIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA - FONTAGRO
2014**

INDICE

RESUMEN	3
1 INTRODUCCIÓN	4
1.1 EL TOMATE EN EL MUNDO	4
1.2 EL TOMATE EN AMÉRICA LATINA (AL)	5
1.3 TOMATE EN CHILE, PERÚ Y BOLIVIA	8
1.3.1 Tomate en Chile	8
1.3.2 Tomate en Perú	8
1.3.3 Tomate en Bolivia	8
1.3.4 Importancia relativa del tomate	10
1.3.5 Parientes silvestres y cambio climático	13
1.3.6 Uso de las especies silvestres en el mejoramiento del tomate	15
2 MATERIALES Y MÉTODOS	17
3 RESULTADOS.....	22
3.1 Método de valoración económica de Tomate en Bolivia	22
3.1.1 Bolivia bajo sistema productivo de riego	22
3.1.2 Bolivia bajo sistema productivo seco	26
3.2 Método de valoración económica de tomate en Perú	30
3.2.1 Perú bajo sistema productivo de riego	30
3.2.2 Perú bajo sistema productivo seco	34
3.3 Método de valoración económica de tomate en Chile	38
3.3.1 Chile bajo sistema productivo seco	38
4 CONCLUSIONES.....	42
4.1 Bolivia	42
4.2 Perú	43
4.3 Chile	44
REFERENCIAS.....	45

RESUMEN

El aumento de la temperatura¹, debido al cambio climático, afecta diferentes actividades económicas a nivel global, incluyendo: la agricultura. En el caso particular de la agricultura, esta es considerada vulnerable al cambio climático, y se espera en general que los impactos de este fenómeno sean negativos, amenazando la seguridad alimentaria mundial. Los impactos del cambio climático en la agricultura incluyen principalmente: 1. Efectos en el rendimiento de los cultivos como consecuencia de los estreses bióticos y abióticos; 2. Variación en los precios, y consumo (IFPRI, 2009).

Con base en estas premisas la adaptación al cambio climático tiene un papel indispensable en la agenda de investigadores y políticos. Los esfuerzos para adaptar la agricultura a cambio climático, incluye el uso de tecnologías para asegurar la disponibilidad de agua durante el ciclo del cultivo (e.g. reservorios de agua), cambios en los calendarios de siembra, uso de herramientas de pronóstico climático y el uso de variedades resistentes a condiciones ambientales adversas (i.e. sequía, inundación). La obtención de variedades adaptadas a las condiciones climáticas futuras, requiere del uso y acceso de recursos genéticos (incluyendo los parientes silvestres de cultivos), pues estos son el fundamento para el mejoramiento vegetal.

En el presente estudio se estimó el valor sombra de los parientes silvestres de tomate, a través del cálculo de los cambios en la producción de tomate esperados debido al cambio climático para el año 2050, asumiendo que los parientes silvestres de este cultivo pueden ser usados exitosamente para la producción de variedades adaptadas a los cambios ambientales esperados. Para el caso de Bolivia, se espera una reducción promedio de 22% de la producción para los sistemas de riego y seco; para Perú, se espera una reducción de 44% de la producción bajo riego comparado con la producción presente, mientras una ganancia de 79% para el sistema seco; y para Chile, se espera un pequeño aumento de 0.179% en la producción.

¹ A lo largo del siglo XX, la temperatura ha aumentado 0,6 °C (IPADE)

1 INTRODUCCIÓN

1.1 EL TOMATE EN EL MUNDO

El tomate constituye la hortaliza de mayor valor económico y de mayor difusión en todo el mundo, esto se debe, entre otras razones, a su alto contenido nutritivo (vitaminas A, C, E, antioxidantes, calcio y fósforo), y a su adaptabilidad a distintos pisos ecológicos que le permite proveer diferentes niveles de rendimiento. Aproximadamente 75% de la producción global de tomate se usa para el consumo fresco, y el 25% restante se usa en la industria como pasta concentrada y ketchup (Tjalling, 2006). Es la hortaliza más importante del mundo constituyendo el 30% de la producción hortícola, con alrededor de 4,7 millones de hectáreas sembradas y 159 millones de toneladas de frutos cosechados a nivel global (FAO, 2011).

El 60,9% de la producción mundial durante el año 2010 se concentró en China, India, Estados Unidos y Turquía (Tabla 1), mientras el 53,4% del área sembrada se concentró entre China, India, Turquía y Egipto (Tabla 2). China es el mayor productor con 30,5% del volumen mundial de tomate y 20,7% del área sembrada, mientras que India, EE.UU, Turquía y Egipto producen menos del 10% del total mundial.

Tabla 1 Países con mayor producción de tomate y su participación relativa dentro de la producción total

Posición	País	Producción (Tn) 2011	% Participación relativa
1	China	48.572.921	30,5
2	India	16.826.000	10,6
3	EE.UU	12.526.070	7,9
4	Turquía	11.003.433	6,9
5	Egipto	8.105.263	5,1
	Subtotal	97.033.687	60,9
	Resto del mundo	62.313.344	39,1
	Total del mundo	159.347.031	100

Construcción propia a partir de datos de FAO 2013

Tabla 2 Países con mayor área sembrada de tomate y su participación relativa dentro del área total sembrada en el mundo.

Posición	País	Área sembrada (Ha) 2011	% Participación relativa
1	China	985.817	20,7
2	India	865.000	18,2
3	Turquía	328.000	6,9

4	Egipto	212.446	4,5
5	EE.UU	146.510	3,1
	Subtotal	2.537.773	53,4
	Resto del mundo	2.213.757	46,6
	Total del mundo	4.751.530	100

Construcción propia a partir de datos de FAO 2013

1.2 EL TOMATE EN AMÉRICA LATINA (AL)

América Latina es considerada como el centro de origen del tomate. En cuanto a producción, esta región es responsable del 6,4% de la producción mundial, y sólo Brasil produce el 2,8% de la producción total mundial. Cinco países son responsables del 88,9% de la producción de tomate en AL durante el 2011 (Tabla 3) y del 83,1% del área sembrada (Tabla 4): Brasil, México, Chile, Argentina y Colombia. Dentro de Latinoamérica, Brasil tiene la primera posición de producción con el 43,6%, mientras que Colombia está en la última posición con 5,9% de producción.

Tabla 3 Países Latinoamericanos con mayor producción de tomate y su participación relativa dentro de la producción total de Latinoamérica

Posición	País	Producción (Tn) 2011	% Participación relativa
1	Brasil	4.416.652	43,6
2	México	2.435.788	24
3	Chile	872.485	8,6
4	Argentina	698.699	6,9
5	Colombia	595.289	5,9
	Subtotal	9.018.913	88,9
	Resto de Latinoamérica	1.122.612	11,1
	Total Latinoamérica	10.141.525	100

Construcción propia a partir de datos de FAO 2013

En la Tabla 4 se encuentra el área sembrada de tomate para los mayores productores de América Latina. Hay países que cambian de lugar entre producción y área sembrada, México paso de estar en el segundo lugar al primero con 35,2% del volumen de área en Latinoamérica. Chile pasó de la tercera posición a la última con el 5,7% del área dedicada a tomate.

Tabla 4 Países Latinoamericanos con mayor área sembrada de tomate y su participación relativa dentro del área total sembrada en Latinoamérica

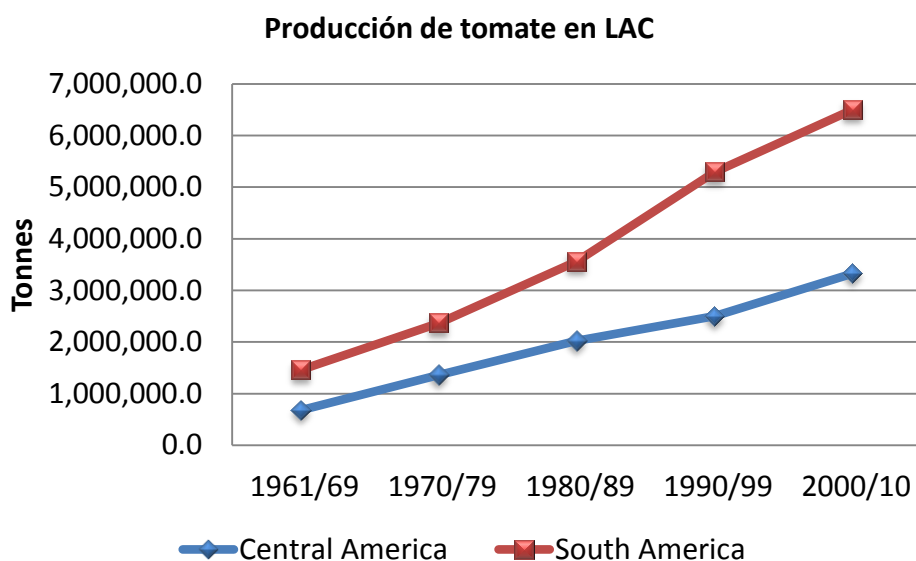
Posición	País	Área sembrada (Ha) 2011	% Participación relativa
1	México	85,369	35,2
2	Brasil	71,473	29,4
3	Argentina	15,871	6,5
4	Colombia	15,181	6,3

5	Chile	13,864	5,7
	Subtotal	201.758	83,1
	Resto de Latinoamérica	40.964	16,9
	Total Latinoamérica	242.722	100

Construcción propia a partir de datos de FAO 2013

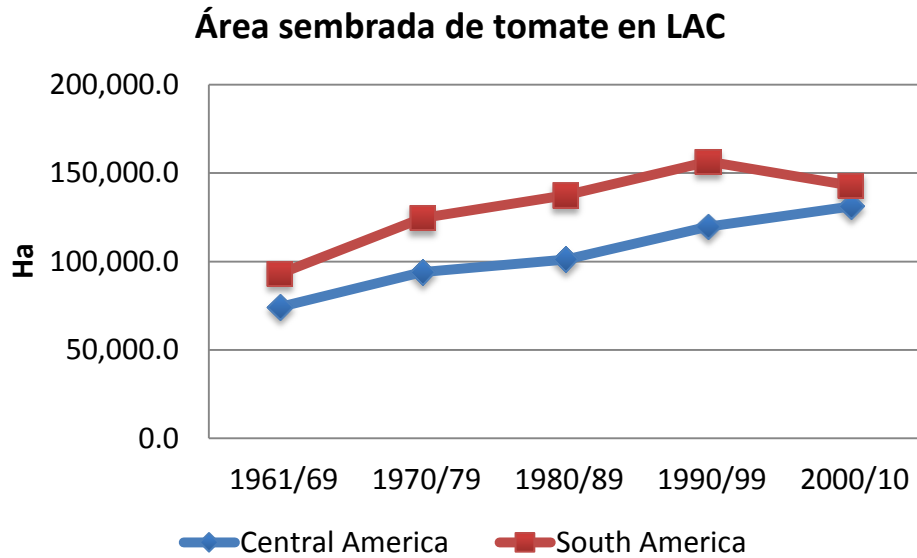
Tendencia en la producción de tomate de América Latina entre 1961 y 2010

Para conocer la tendencia del tomate se usaron los datos desde 1961 hasta el 2010 agrupados por décadas para la facilidad del análisis. Habrá dos grupos, Sur América y Centro América y tres ejes centrales, área, producción y rendimiento. La producción ha mostrado un aumento continuo que se evidencia en la Gráfica 1, comparando ambas regiones, el incremento en la producción ha sido más acelerado en Sur América.



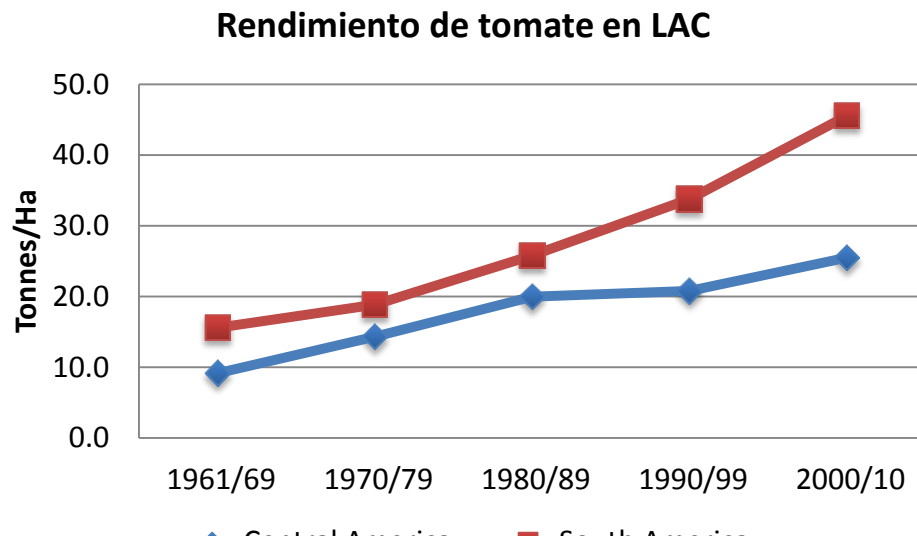
Gráfica 1 Producción de tomate en América Latina

El área tiene una tendencia creciente durante los periodos analizados. En Centro América se presentó el aumento más fuerte entre las décadas del 80 y el 90 con 18.664 hectáreas sembradas. Por otro lado, el mayor incremento de área en Sur América fue entre las décadas del 61 y el 70 con 31.465 hectáreas (Gráfica 2)



Gráfica 2 Área sembrada de tomate en América Latina

El rendimiento también ha presentado un crecimiento a lo largo del tiempo de estudio. En Centro América el aumento, entre los 80's y 90's fue lento. El mayor crecimiento fue 5,7 toneladas/hectárea en la década del 70 al 80. En Sur América el crecimiento ha sido rápido y continuo, el mayor incremento fue en la década del 90 al 2000 con 11,7 toneladas/hectárea (Gráfica 3).



Gráfica 3 Rendimiento de tomate en América Latina

1.3 TOMATE EN CHILE, PERÚ Y BOLIVIA

1.3.1 Tomate en Chile

Es la principal hortaliza en términos comerciales (tanto en el ámbito del consumo fresco interno como los derivados de su utilización agroindustrial) y en superficie cultivada. El tomate es también la principal hortaliza cultivada en invernadero y representa el 77,2% de la superficie hortícola nacional de invernadero (Alvarado, Urrutia. 2003). A pesar de su gran sensibilidad a heladas, el tomate de consumo fresco está presente en los mercados del país durante todo el año, la combinación de diferentes zonas geográficas y condiciones agroclimáticas unida a la extensión de la cosecha de las variedades de habito indeterminado, hacen posible el abastecimiento del mercado durante gran parte del año; la producción en invernadero complementa la producción al aire libre cuando esta es incapaz de abastecer el mercado (Escalona, et al. 2009).

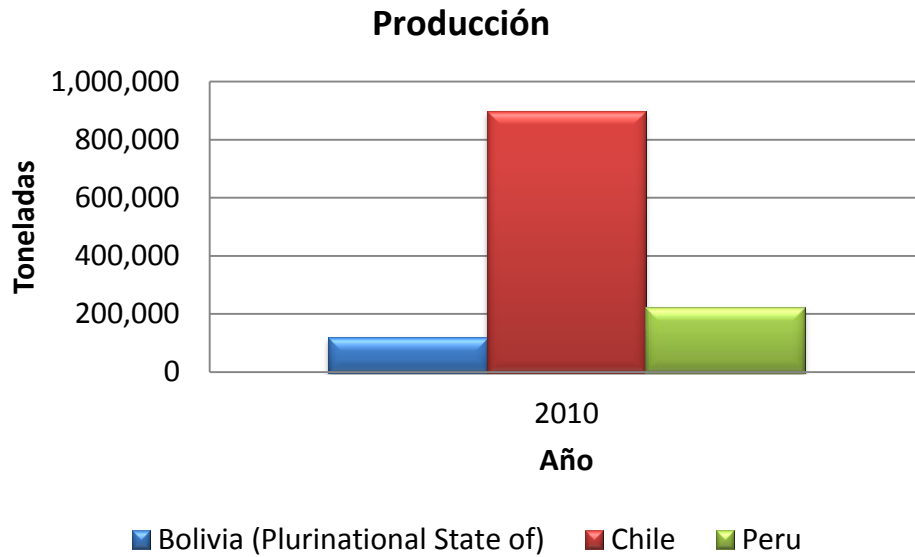
1.3.2 Tomate en Perú

En Perú se registran la mayor cantidad de parientes silvestres de tomate. Para el cultivo a la intemperie, el clima subtropical para tomate (30 – 40 grados latitud norte y sur) es el adecuado, por esta razón la industria manufacturera en escala comercial se concentran en este rango latitudinal, favorecido por tener la temperatura más adecuada para la polinización y la temperatura acumulada más favorable (Numata, Itagaki. 2011). Sin embargo en esta zona hay muchos cultivos que compiten con el tomate, de modo que año tras año escasean más nuevos terrenos adecuados para el cultivo a la intemperie de tomate en gran escala (Numata, Itagaki. 2011). Las variedades de tomate en Perú son amplias, y pueden ser producidas bajo invernadero y en campo; además el productor tiene la opción de elegir variedades que se pueden producir en condiciones de calor y frio.

1.3.3 Tomate en Bolivia

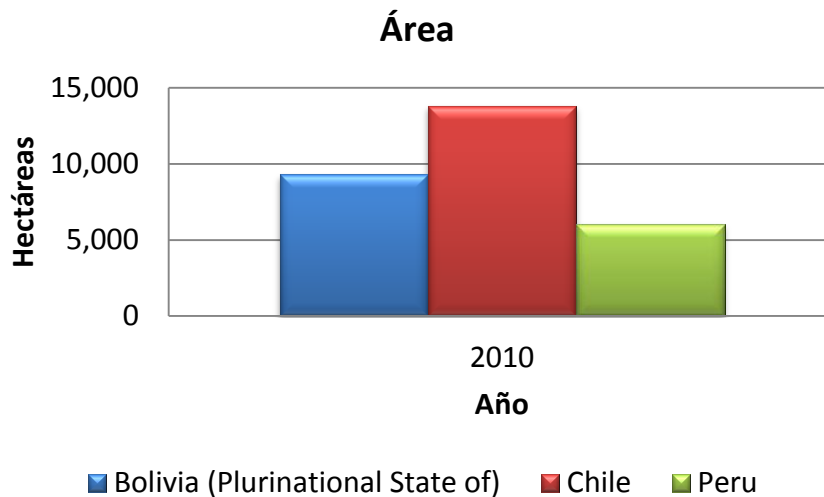
Bolivia tiene varias zonas y épocas de producción entre los 250 hasta los 2.500 metros sobre el nivel del mar. Sin embargo las zonas más adecuadas para obtener un producto de calidad, se encuentran desde los 1.000 hasta los 2.500 metros; a estas altitudes se logra un balance adecuado de temperaturas frescas y luminosidad, siendo estas las condiciones necesarias para el color intenso y alto contenido de azúcares y otros sólidos del fruto (Galvis, et al. N.D). En Bolivia se comercializa tomate madurado en planta, ya que no existen condiciones para almacenar y madurar. La fluctuación del precio del tomate en Bolivia se explica por las zonas productoras, las épocas de siembra y las condiciones climáticas durante la producción. En el trópico se concentra la producción de tomate durante el invierno y la cosecha se inicia en junio o julio hasta octubre. La reducción de siembra y los altos costos de producción por el ataque de

plagas, costos de insumos y falta de mano de obra hacen que los precios del tomate aumenten considerablemente en las fechas de producción de tomate (Galvis, et al. N.D.).



Gráfica 4 Comparación de la producción de tomate en Bolivia, Chile y Perú (Construcción propia a partir de datos FAO 2012)

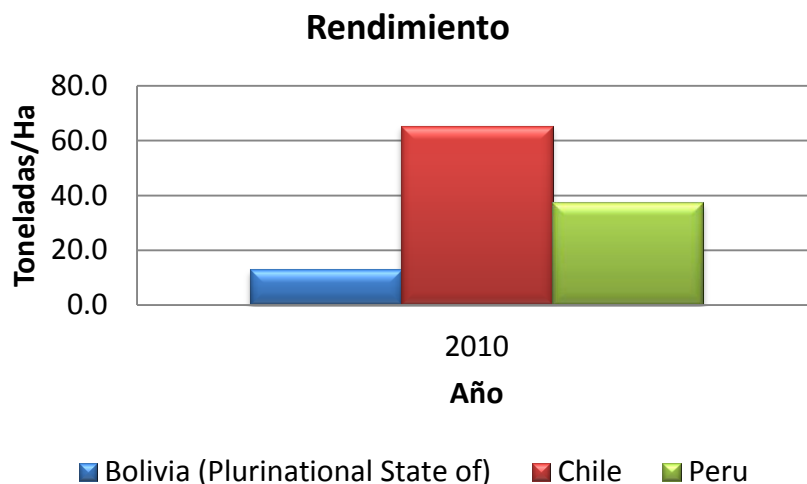
En 2010 Chile tuvo una producción de 900.000 toneladas de tomate, seguido estuvo Perú con 224.894 toneladas y finalmente Bolivia con 121.300 toneladas de tomate.



Gráfica 5 Contraste del area sembrada en Bolivia, Chile y Perú (Construcción propia a partir de datos FAO 2012)

En 2010 Chile tuvo 13.800 hectáreas, Bolivia tuvo 9.300 y Perú 6.040 hectáreas sembradas de tomate.

Gráfica 6. Contraste del rendimiento de tomate en Bolivia, Chile y Perú



Gráfica 6 Contraste del rendimiento de tomate en Bolivia, Chile y Perú (Construcción propia de datos FAO 2012)

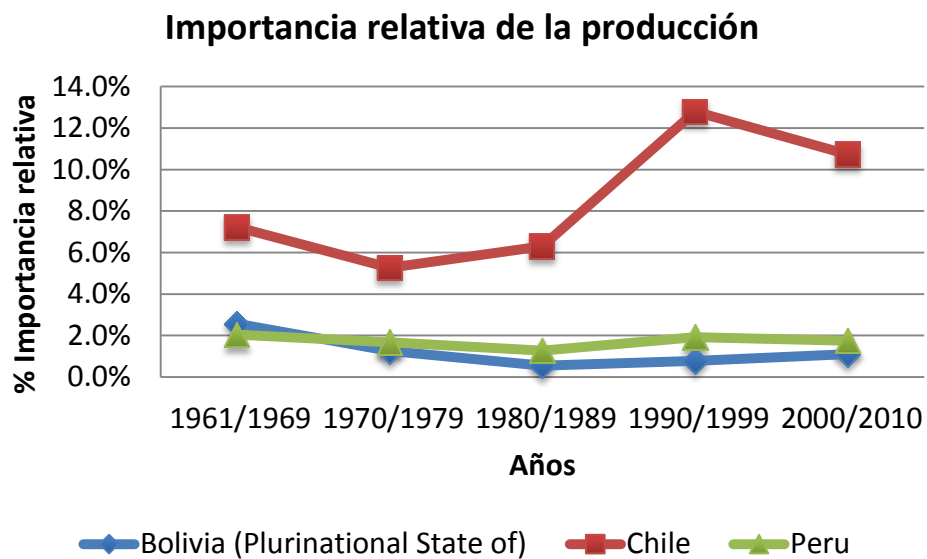
En 2010 Chile tuvo un rendimiento de 65,2 toneladas por hectárea, en segunda posición estuvo Perú con 37,2 toneladas por hectárea y finalmente Bolivia con 13,0 toneladas por hectárea

1.3.4 Importancia relativa del tomate

El tomate es una de las hortalizas más cultivadas y consumidas en el mundo. Es un componente importante en la dieta de muchos países, según datos de FAO (2012), para 2009² el suministro de tomate por persona al día es de 56 gramos a nivel mundial, destacándose Europa con 84 gramos, Asia con 49 gramos, Sur América con 44 gramos, y Centro América con 40 gramos de tomate por persona al día. El valor nutritivo del tomate no es muy elevado, tiene bajo nivel de calorías, alta cantidad de vitamina C y antioxidantes (Everhart, Jauron & Haynes, 2002), Sin embargo, la popularidad del tomate y su alto nivel de consumo hace a este vegetal una de las mayores fuentes de vitaminas y minerales en la dieta humana. Según datos de FAO en 2009 la cantidad de proteínas suministradas por el tomate fueron de 0.50 gramos por persona al día a nivel mundial, y la cantidad de energía proporcionada fue de 10 kilocalorías por persona al día a nivel mundial.

² La información sobre el suministro de alimentos que se encuentra en FAO, solo está disponible hasta 2009.

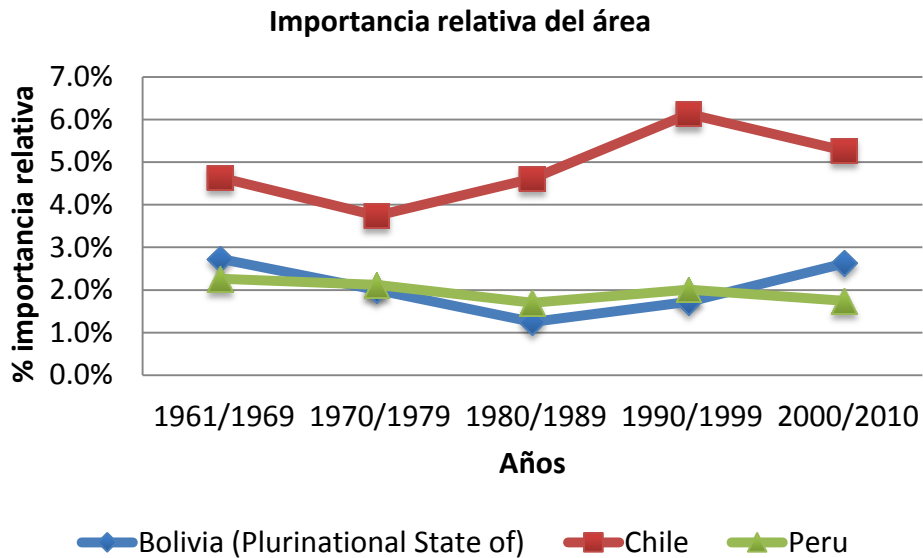
La importancia relativa mide el grado o peso que tiene cada factor, área, rendimiento o producción, por país dentro de un conjunto de países. A continuación se presenta la importancia relativa de la producción, área y rendimiento para los países del estudio, Bolivia, Chile y Perú.



Gráfica 7 Importancia relativa de la producción en Bolivia, Chile y Perú

Construcción propia a partir de datos FAO 2012.

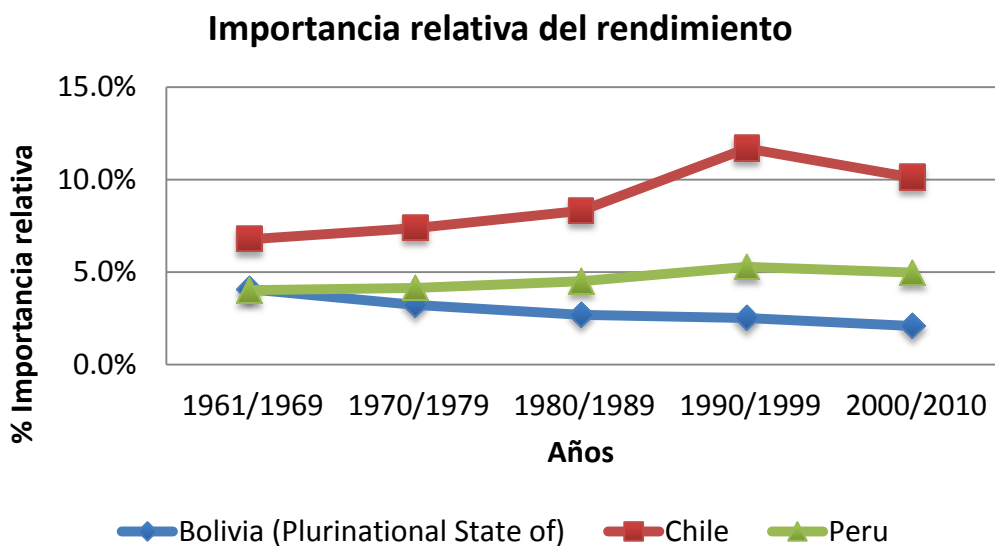
Chile está en el primer lugar de la producción tomatera con 1.151.059 toneladas en la década de 2000 a 2010, representando el 10.7% del total de la producción Latinoamericana. Seguido está Perú con 187.487 toneladas y representa el 1,7% de la producción total para el mismo periodo. Por último, Bolivia tuvo una producción en 2000/2010 de 118.038 toneladas de tomate y una representación de 1,1% del total de la producción.



Gráfica 8 Importancia relativa del área en Bolivia, Chile y Perú

Construcción propia a partir de datos FAO 2012.

Chile es el país con mayor área dedicada al cultivo de tomate, 17.618 hectáreas para la década de 2000/2010, esto representa el 5,3% del total de área de tomate en ese mismo año. En seguida está Bolivia con 8.783 hectáreas y un peso de 2,6% del total de área en ese mismo periodo, Perú está en último lugar con 5.842 hectáreas y un peso de 1,7% del total del área de cultivo de tomate en América Latina.



Gráfica 9 Importancia relativa del rendimiento en Bolivia, Chile y Perú

Construcción propia a partir de datos FAO 2012.

Chile presenta el mayor rendimiento en la década del 2000 a 2010 con 65,39 toneladas por hectáreas, es decir, 10% dentro del total de Latinoamérica, mayor rendimiento registrado en las 5 décadas analizadas en este estudio. En segunda posición se encuentra Perú con 32,15 toneladas/Ha y una importancia relativa de 5% sobre el rendimiento total, y finalmente Bolivia con 13,44 toneladas/Ha y una importancia de 2,1% del total del rendimiento en tomate.

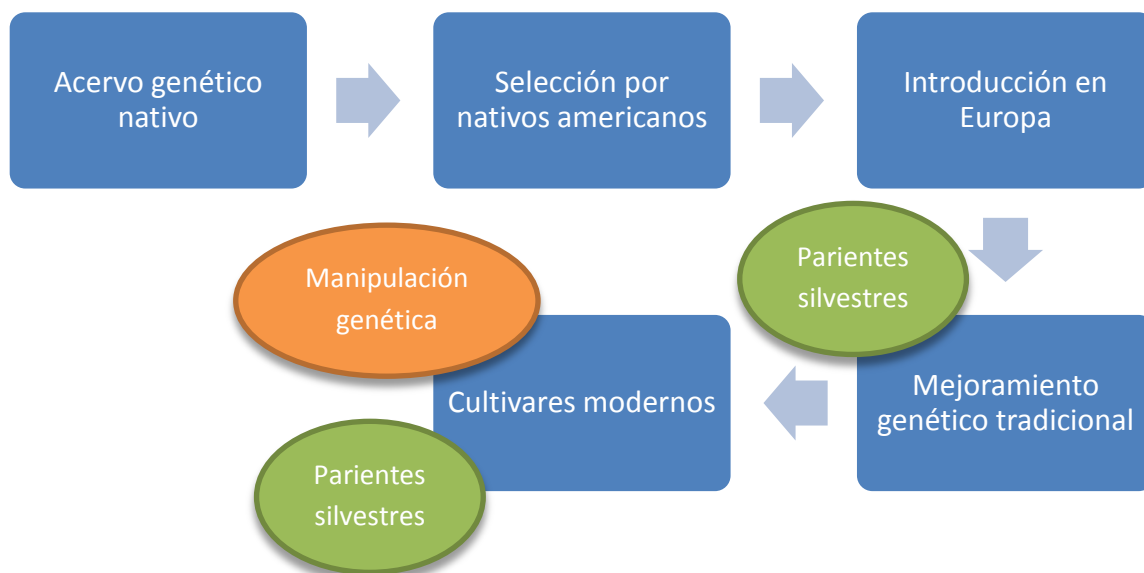
1.3.5 Parientes silvestres y cambio climático

Los parientes silvestres son especies relacionadas con las especies cultivadas, que no han sido sometidas a procesos de selección y domesticación. Poseen una elevada diversidad genética acumulada a lo largo de cientos de miles de millones de años de evolución natural, incluyen tanto los antepasados de los cultivos como a otras especies, y son una fuente vital de genes de resistencia contra enfermedades, plagas y factores de estrés. Se usan para:

- i. Mejorar la resistencia
- ii. Aumentar el valor nutricional (p.ej. contenido de provitamina en tomate)
- iii. Aumentar el rendimiento del cultivo

Los parientes silvestres han aportado características tales como resistencia a las enfermedades, tolerancia a temperaturas extremas, tolerancia a salinidad y resistencia a sequías. El creciente reconocimiento del valor de los parientes silvestres para mejorar los cultivos llega en tiempos de gran preocupación por la pérdida de estos recursos genéticos, “recientes experiencias muestran que utilizar parientes silvestres para mejorar la producción y contenido de nutrientes de los cultivos puede mejorar la subsistencia y la salud de las personas” (Bioversity International, 2006).

Uno de los principales retos del cambio climático es el declive de la biodiversidad vegetal asociada a los cultivos. Las especies silvestres de cultivos por tener mayor variabilidad genética pueden ser útiles en mejoramiento para adaptar cultivos a futuros cambios ambientales. A pesar de su importancia, estas especies se encuentran amenazadas debido al cambio en el uso de la tierra, urbanización y el mismo cambio climático.



Gráfica 10 Uso de los parientes silvestres en mejoramiento de tomate (Vallejo, 1999)

Finalmente, proteger los parientes silvestres permite asegurar la disponibilidad de una adecuada diversidad genética, además por ser esenciales para adaptar cultivos a necesidades humanas y a condiciones ambientales cambiantes. “La mayoría de los países afligidos por deficiencias en micronutrientes aplican intervenciones basadas en un solo nutriente, que a menudo son prácticas costosas e insostenibles a largo plazo; los alimentos silvestres provenientes de los bosques, muchos de los cuales contienen considerables niveles de micronutrientes necesarios que van de la vitamina A al hierro y zinc, son una solución alternativa” (Bioversity International, 2006). Parientes silvestres de tomate

Los tomates silvestres son nativos del sur oeste de América, a lo largo de la costa y lo alto de los Andes, del incluyendo Ecuador y las Islas Galápagos, Perú, Colombia y Chile. Los tomates silvestres crecen en diversos hábitats del suroeste de América, cerca al nivel del mar hasta 3300 m en elevación. En general la geografía andina, la diversidad ecológica en hábitats y los diferentes climas contribuyen a la diversidad del tomate silvestre (Razdan, Mattoo. 2007).

1.3.6 Uso de las especies silvestres en el mejoramiento del tomate

Los parientes silvestres del género *Solanum* sección *Lycopersicoides* constituyen un enorme reservorio de variabilidad, su utilización ha permitido avances significativos en el mejoramiento genético del tomate cultivado, especialmente en el incremento de la resistencia a enfermedades y plagas, tolerancia a condiciones de estrés abiótico como salinidad, sequía, bajas y altas temperaturas o aumento de factores de calidad como contenido de materia seca, vitaminas, intensidad de color, entre otros (Vallejo, 1999).

A continuación, beneficios del mejoramiento del tomate mediante parientes silvestres:

➤ Resistencia a enfermedades:

La gran mayoría de los genes responsables de la resistencia a hongos, bacterias, virus y nematodos han sido derivados de las especies silvestres del tomate. Resistencia satisfactoria a por lo menos 24 de las 51 enfermedades limitantes ha sido encontrada en las especies silvestres, lista más larga para cualquier planta cultivada. Las resistencias en los parientes silvestres del tomate han reportado una tasa de una por año desde 1982 (Hajjar & Hodgkin, 2007).

➤ Tolerancia a estrés abiótico:

Las investigaciones se han concentrado en la tolerancia a la sequía y la salinidad. El tomate cultivado es altamente sensible a condiciones de salinidad, estas están asociadas con la habilidad de las células para soportar altos niveles de sodio. En cuanto a la resistencia a sequía, es muy poco lo que se ha investigado al respecto.

La resistencia a bajas temperaturas está siendo estudiada con el fin de ampliar el cultivo a zonas más frías, disminuir el daño fisiológico del fruto en condiciones de refrigeración y reducir los costos de energía en la producción de tomate en invernaderos, en los países templados. La resistencia a altas temperaturas es más complejo puesto que se supone que el tomate es originario de latitudes tropicales, sin embargo los efectos adversos de las altas temperaturas producen cuajamiento de frutos y deterioro de su coloración. En condiciones de temperatura elevada se afecta la producción de polen la fertilización y conduce a una caída de botones florares. La mayoría de las especies de *Solanum* (sect. *Lycopersicoides*) son nativas de regiones áridas o semiáridas, por lo tanto no es sorprendente que el tomate cultivado no tolere excesos de humedad (Vallejo, 1999).

- Resistencia a insectos plaga:
- Es difícil encontrar resistencia a plagas en las formas cultivadas, sin embargo en las especies silvestres se ha encontrado fuentes de resistencia a 16 plagas, las cuales han sido clasificadas de alta resistencia cercana a la inmunidad (Vallejo, 1999). Calidad del fruto:

El sabor del tomate depende en parte de la relación azúcar/ácido. La acidez es muy importante en la preservación de los frutos o productos enlatados, frutos con PH superiores a 4.4 son considerados poco deseables para procesamiento. Una accesión de *S. pimpinellifolium* ha sido reportada con la más alta acidez titulable, dos veces el nivel normal para citrato y tres veces para malato (Vallejo, 1999).

Tabla 5 Parientes silvestres de tomate y su uso en mejoramiento (Peralta et al., 2008 en Castañeda, Jarvis & Ramírez; 2011) & (Vallejo, 1999)

Pariente Silvestre	Resistencia/Tolerancia
<i>Solanum pimpinellifolium</i> L.	Tizón-tardío (<i>Phytophthora infestans</i>) Moho gris (<i>Fulvia fulva</i>) Mancha foliar (<i>Stemphylium solani</i>) Marchitez causada (<i>Fusarium oxysporum</i> var. <i>lycopersici</i>) Peca bacteriana (<i>Pseudomonas syringae</i> var. <i>Tomate</i>) Permite aumentar acidez del fruto
<i>Solanum cheesmaniae</i>	Tolerancia a Salinidad
<i>Solanum chmielewskii</i>	Permite el aumento de sólidos solubles. Mejoramiento en contenido de azúcar.
<i>Solanum neorickii</i>	Tizón-tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)
<i>Solanum habrochaites</i>	Tizón-tardío (<i>Phytophthora infestans</i>) Moho gris (<i>Fulvia fulva</i>)
<i>Solanum pennellii</i>	A plagas (mosca blanca, áfidos, gusano de fruto y hoja) Resistencia a sequía
<i>Solanum chilense</i>	Resistencia a sequía
<i>Solanum sitiens</i>	Resistencia a condiciones de aridez extrema
<i>Solanum peruvianum</i> L.	Resistencia a virus, bacterias, hongos y nematodos

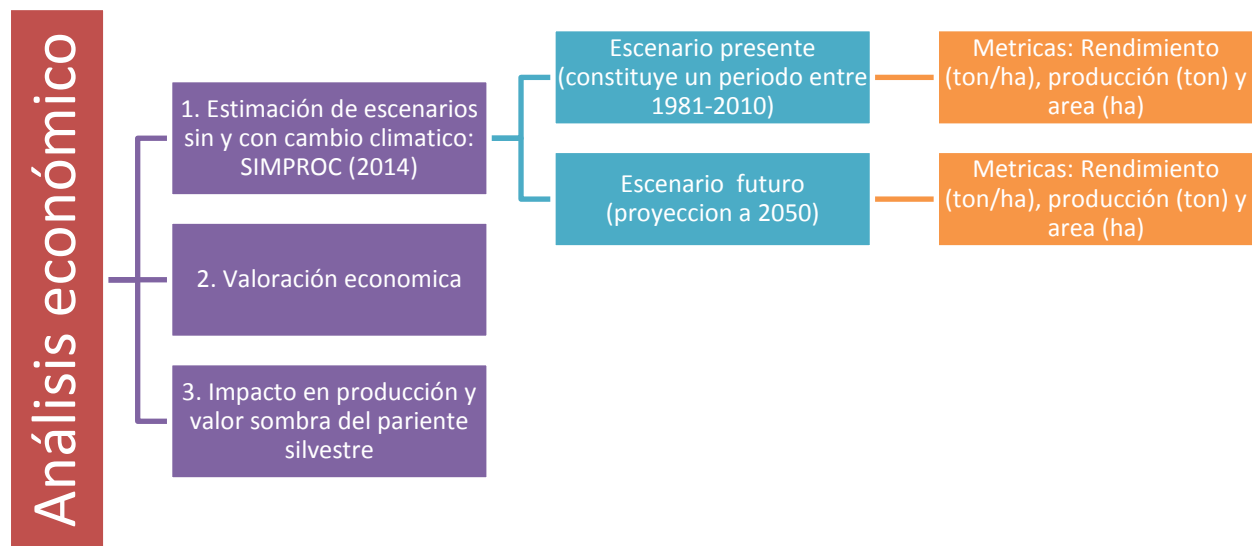
2 MATERIALES Y MÉTODOS

La información requerida para la evaluación económica de los parientes silvestres de tomate son el área y rendimiento del cultivo de tomate para cada país de interés en la actualidad y las proyecciones esperadas bajo el escenario de cambio climático futuro.

A través de la metodología aquí propuesta, se estima el posible efecto del cambio climático en la producción de tomate para el año 2050 y el valor del acervo genético silvestre de este cultivo, mediante el cálculo del valor sombra de la producción de tomate en el futuro. El supuesto en el cual se basó este trabajo fue el siguiente: “si es posible transferir genes de un pariente silvestre a una variedad determinada de tomate, que le permita tolerar los efectos de cambio climático, cuál es el valor económico de las pérdidas evitadas gracias a las nuevas características introgresadas?”.

El método para análisis económico, que incluye los efectos del cambio climático sobre los cultivos, fue desarrollado en CIAT por el Ingeniero Agrónomo James García. Este método es implementado en este proyecto para obtener el valor económico del acervo genético silvestre del tomate.

El análisis usa tres métricas: Área, producción y rendimiento en dos escenarios, presente y futuro. El siguiente esquema se ilustra el método de evaluación económica consiste en tres pasos:



Gráfica 11 Esquema de la metodología

1. Estimación de las áreas apropiadas y el rendimiento para el cultivo

Para la estimación de las áreas apropiadas para el cultivo de tomate y su respectivo rendimiento, se usó el simulador de cultivo SIMPROC (Santibañez et al., *en revisión*) considerando en la modelación dos escenarios: línea base (periodo comprendido entre 1950 y 2000) y escenario futuro (década del 2050) utilizando series de tiempo de emisión de gases de efecto invernadero, específicamente el SRES de la IPCC A2 (escenario de rápido crecimiento poblacional, cambio tecnológico lento y fragmentado, crecimiento económico fragmentado, es decir, bajo las condiciones actuales sin la implementación de medidas de mitigación). La resolución espacial del estudio es de ~1km en la línea del ecuador.

Los resultados de SIMPROC fueron obtenidos en formato de texto (*.txt) como se ve en la **Gráfica 12**, conteniendo columnas que almacenan las coordenadas del centro de cada celda de 1km x 1km (ver **Gráfica 13**), y los valores asociados para cada celda (rendimiento óptimo bajo riego, rendimiento óptimo en seco). Con el fin de calcular las áreas apropiadas y la producción asociada, la información recibida en el archivo de texto fue organizada en un archivo separado por comas (*.csv) y posteriormente espacializada produciendo un archivo shapefile (*.shp) en ArcMap 10.1.

DA:Fontagro-tomato\uchile_inputs\bolivia\BOLIVAnorte_LB.txt - Notepad++

File Edit Search View Encoding Language Settings Macro Run Plugins Window ?

sgow\kml BOLIVAnorte_LB.txt

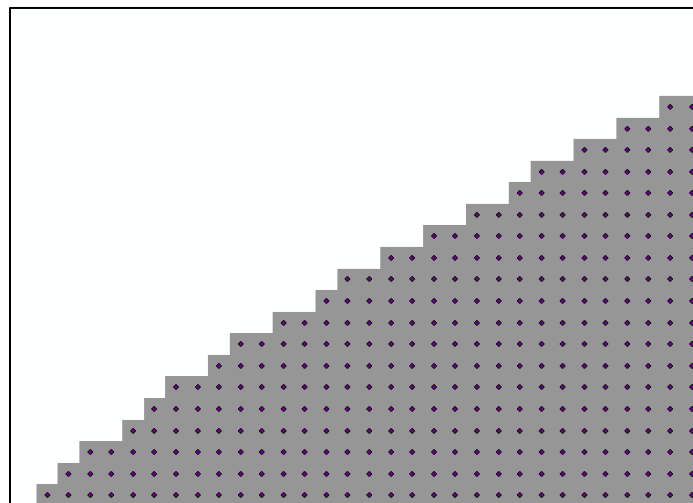
Cultivo : Tomate
 Cambio : 0 0 0 CO2 : 400 MODO VARIACION FLUVIOMETRICA : 0
 Evaluacion de periodos optimos de siembra (RIEGO / SECANO)

LON	LAT	MES	REN OPT RIE	MES RIE	REN OPT SEC	DELTA SEC	RIEGO R/S (Ton/h)	EFIC (mm)	EFIC OPT (Kg/mm)	MES MAX (Kg/mm)	PERIODO OPTIMO EFIC	PERIODO OPTIMO RIEGO (meses)	PERIODO OPTIMO SECANO (meses)
-68.80700	-16.59010		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		****
-68.79870	-16.59010		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		****
-68.79040	-16.59010		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		****
-68.78200	-16.59010		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		****
-68.77370	-16.59010		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		****
-68.76540	-16.59010		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		****
-68.75700	-16.59010		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		****
-68.74870	-16.59010		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		****
-68.74040	-16.59010		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		****
-68.73200	-16.59010		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		****
-68.72370	-16.59010		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		****
-68.71540	-16.59010		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		****
-68.70700	-16.59010		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		****
-68.69870	-16.59010		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		****
-68.69040	-16.59010		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		****
-68.68200	-16.59010		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		****
-68.67370	-16.59010		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		****
-68.66540	-16.59010		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		****
-68.65700	-16.59010		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		****
-68.64870	-16.59010		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		****
-68.64040	-16.59010		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		****
-68.63200	-16.59010		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		****
-68.62370	-16.59010		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		****
-68.61540	-16.59010		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		****
-68.60700	-16.59010		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		****

Normal text file length: 118842722 lines: 612596 Ln: 1 Col: 1 Sel: 0 | 0 Dos\Wind| Show hidden icons: F-8 INS

Gráfica 12 Captura del formato obtenido de SIMPROC, para la línea base del norte de Bolivia.

El shapefile de puntos fue posteriormente convertido a formato ráster, creando dos archivos separados con el fin de conservar los valores de interés para los análisis (rendimiento en condiciones de riego y de secano por cada país). Seguidamente, se definió para cada país 10 rangos de adaptabilidad según los cuales cada archivo ráster fue reclasificado con la función "Reclassify" (ArcMap 10.1) y transformado en shapefile de polígonos (función Raster to Shapefile), para la estimación final de áreas utilizando la función "Calculate areas" disponible en el software SIG mencionado anteriormente. Para el correcto cálculo de las áreas, a todas las capas espaciales se les definió la proyección WGS 1984.



Gráfica 13 Centroides (puntos almacenados en shapefile) y raster derivado a partir del shapefile (captura del norte de Bolivia)

Para asegurar que los datos se acerquen a niveles de rendimiento, área y producción razonables se utilizan los datos de FAO como “datos base”³ para la corrección de los valores arrojados por Simproc. El método se realiza en Excel de acuerdo a cada nivel de favorabilidad⁴ con la información arrojada por Simproc para área y rendimiento, teniendo en cuenta los parámetros establecidos para cada país. Hay que tener en cuenta que no todas las áreas que son aptas para el cultivo de tomate necesariamente tienen tomate cultivado, un ejemplo de esto son las áreas protegidas por el gobierno; por esta razón debe realizarse una corrección que acerque las áreas aptas (que pueden ser una gran cantidad) con las áreas realmente cultivadas de tomate. Para que los datos del modelo sean lo más realistas posible usamos una fuente confiable como son las áreas que reporta FAO, con base en esto, se realiza una corrección a los datos obtenidos por el modelo Simproc. La corrección se realiza a través de un factor de descuento definido como la diferencia promedio de un nivel de favorabilidad a otro.

2. Valoración económica

Las siguientes variables se definen para la valoración económica de los parientes silvestres:

1. Nivel de favorabilidad.
2. Variación entre cada nivel de favorabilidad por un factor de descuento igual al promedio del rendimiento por cada país.
3. Nivelación entre el rendimiento de FAO y la variación por cada nivel de favorabilidad.
4. Rendimiento corregido por la subestimación/sobrestimación del valor base (obtenido por FAO) igual al -15,63% para Bolivia riego, -16,5% Bolivia seco, -39,1% Perú riego, 27,9% Perú seco y 4,9% en Chile seco.
5. Área total obtenida por SIMPROC para cada nivel de favorabilidad.
6. Área total corregida por la sobre estimación del valor base (obtenida por FAO) igual al -64.28% para Bolivia riego, -30.14 Bolivia seco, 44.04% Perú riego, 0.27% Perú seco y 14.12% en Chile seco
7. La casilla denominada % del total es la proporción entre el área total y el área corregida.
8. La producción total es el producto entre el área y el rendimiento, ambos corregidos.
9. La producción ajustada por la subestimación/sobrestimación del valor base (obtenido por FAO) igual al -4.15% para Bolivia riego, -0.19% Bolivia seco, -25.60% Perú riego, 8.31% Perú seco y 21.84% en Chile seco.
10. Área total resultante de SIMPROC para escenario futuro 2050.
11. Área corregida es el producto entre área total y % del total.
12. Variación entre cada nivel de favorabilidad por un factor de descuento igual al promedio del rendimiento por cada país en el escenario 2050.

³ Los datos base controlan los resultados, ya que toda la información se nivela para obtener información realista.

⁴ Los niveles de favorabilidad son categorías de aptitud climática de 0 a 1 donde 0 es la menor aptitud para tomate y 1 la mayor aptitud.

13. Rendimiento final es la corrección del valor base de FAO en el presente por el factor de descuento en el futuro.
14. La producción total es el producto entre el área y el rendimiento bajo escenario futuro.
15. Son los datos base obtenidos de FAO, están para rendimiento, área, producción y precio de venta.
16. Son los cambios en área y producción en valores absolutos y rendimiento en proporción, para el escenario futuro 2050.

3. Impacto en producción y valor sombra

El valor sombra o costo de oportunidad del pariente silvestre representa la pérdida asociada al cambio climático en el escenario futuro. Es valor sombra porque es un dato proyectado de acuerdo a la información presente, sin embargo permite obtener los posibles resultados en el 2050.

El valor sombra asociado al pariente silvestre. Se halla así,

$$\frac{(Producción_f * Precio_p) - (Producción_p * Precio_p)}{(Producción_p * Precio_p)}$$

Donde $Producción_f$ es la producción total del futuro, $Precio_p$ es el precio de venta en el 2011 y $Producción_p$ es la producción en el presente.

3 RESULTADOS

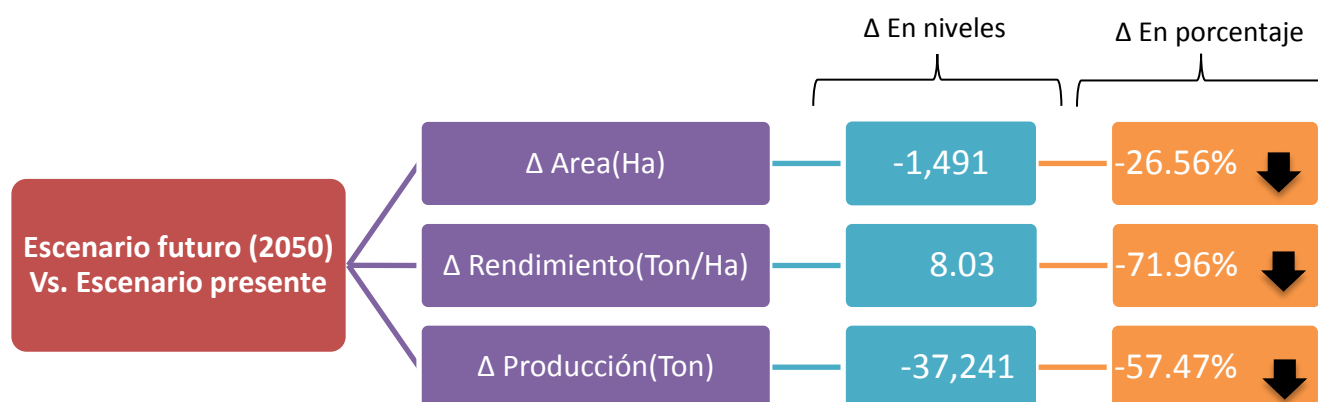
A continuación se presentan en detalle los resultados de la valoración económica para cada país.

3.1 Método de valoración económica de Tomate en Bolivia

3.1.1 Bolivia bajo sistema productivo de riego

Los ‘datos base’ provenientes de FAO, las variables necesarias para hallar el valor asociado al pariente silvestre con el método de valoración económica y su respectivo resultado se presenta en las tabla 6 y 7.

En el escenario presente⁵, el área total promedio se estimó en 5,614 hectáreas con un rendimiento promedio de 11.15 toneladas por hectárea (Ton/Ha), lo que arroja una producción total de 64,797 toneladas de tomate. La proyección a futuro en el 2050 es de 4,123 hectáreas con un rendimiento promedio de 3.13 Ton/Ha y finalmente una producción total de 27,555 toneladas. Los cambios para área, rendimiento y producción se ven en la Tabla 6 parte C, sin embargo y para aclarar estos datos resultantes se amplía de la siguiente manera:



Los resultados presentados en la Tabla 6 muestran que en Bolivia el efecto del cambio climático para el tomate sembrado bajo el sistema de riego presenta una tendencia negativa sobre las variables analizadas— área, rendimiento y producción—. El rendimiento del cultivo se vería seriamente afectado con una caída aproximada de 8 ton/ha respecto al escenario presente. Por otro lado, el área cultivada apta para tomate se reduciría en un 26,56%, lo que en conjunto representa una disminución en producción de 57.4%, es decir, unas 37,241 toneladas de tomate.

⁵ Una vez ajustados los datos que arroja la modelación con symproc

Tabla 6. Tomate en Bolivia bajo riego

- 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

Parte a) Método de valoración económica

1980-2010									
Nivel de Favorabilidad	Por niveles	Rendimiento por nivel de favorabilidad Ex-ante	Rendimiento corregido Ex-ante	Rendimiento Final	Area Total	Area Corregida	% del total	Producción Total (toneladas)	Producción ajustada
0.1	-0.958	4,526	0.4808	0.556	2,398	2699.5	1.13	1,500.7	1,149.0
0.2	-0.949	5,486	0.5828	0.674	2,605	2932.6	1.13	1,976.1	1,513.0
0.3	-0.933	7,228	0.7678	0.888	3,121	3513.5	1.13	3,119.3	2,388.2
0.4	-0.897	11,065	1.1754	1.359	3,221	3626.0	1.13	4,928.2	3,773.1
0.5	0.000	275,884	11.4337	13.221	4,093	4607.7	1.13	60,917.7	46,640.3
0.6	0.432	154,105	16.3699	18.929	5,357	6030.6	1.13	114,151.7	87,397.7
0.7	1.421	260,562	27.6783	32.005	6,918	7787.9	1.13	249,250.2	190,833.0
0.8	0.840	198,060	21.0390	24.328	9,696	10915.2	1.13	265,542.0	203,306.4
0.9	0.231	132,530	14.0780	16.279	6,750	7598.8	1.13	123,697.8	94,706.5
1.0	-0.750	26,914	2.8589	3.306	5,707	6424.6	1.13	21,238.8	16,261.0
		107,636	9.646	11.15	4,987	5,614		84,632.2	64,797

2050					
Area Total	Area Corregida	Rendimiento Ex-post	Por niveles	Rendimiento Final	Producción Total (toneladas)
865	973.8	2,179	-0.980	0.190	185.4
661	744.1	1,099	-0.990	0.096	71.5
1,045	1176.4	1,984	-0.982	0.173	203.9
1,638	1844.0	4,361	-0.960	0.381	702.7
2,124	2391.1	229,749	0.000	9.522	22,767.1
3,976	4476.0	616,808	4.660	-34.853	-155,998.9
5,235	5893.3	50,218	-0.539	14.655	86,368.1
9,822	11057.1	70,446	-0.354	12.888	142,502.0
5,641	6350.3	93,092	-0.146	10.909	69,276.3
5,616	6322.2	19,765	-0.819	17.316	109,476.9
3,662	4,123	108,970		3.13	27,555

Parte b) Dato base FAO

Rendimiento promedio (1980-2010)	11.4337	5,704	68,563
Variación respecto al rendimiento corregido	-15.63%	-12.57%	23.44%
Precio FAO 2011	578.9		

Parte c) Cambio escenario presente vs. escenario futuro

Δ Area	-1,491	Δ Rendimiento	8.03	Δ Produccion	-37,241
valor en %	-26.56%	16	-71.96%		-57.47%
Valor de la producción (producción x precio)					
presente	37,510,881 USD	Valor sombra asociado al pariente silvestre			-57.47%
futuro	15,951,879 USD				

15

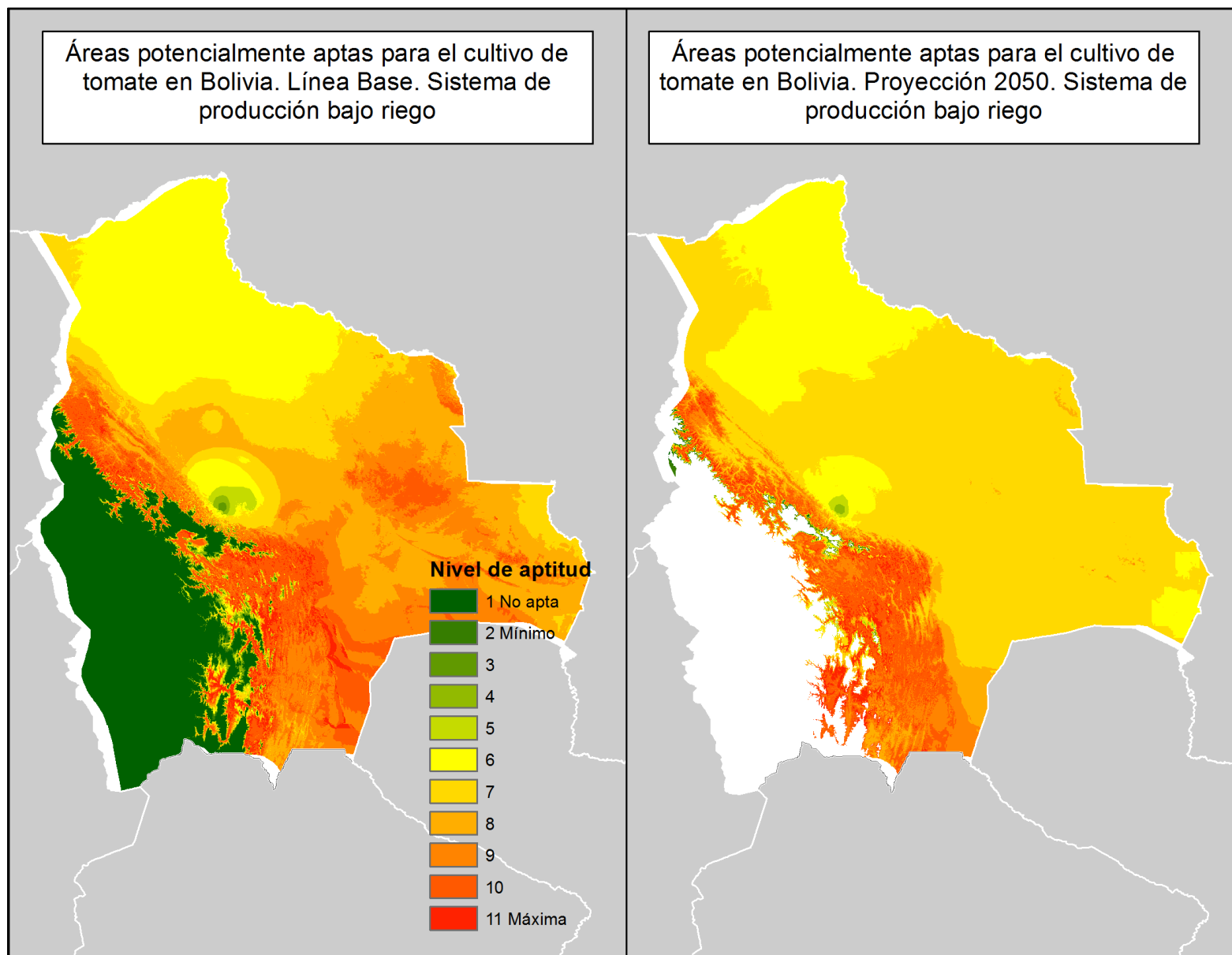
17

Para encontrar un valor asociado a la pérdida de tomate cultivado por cambio climático o valor sombra se usa la producción tanto en presente como en futuro y el precio del productor para un año base, en este caso el último disponible en FAO. En la Tabla 7 esta detallado los datos empleados y finalmente el valor sombra asociado a la pérdida de producción para la proyección a futuro en el 2050.

Tabla 7. Valor sombra del pariente silvestre para Bolivia Riego

Bolivia Riego		Producción*Precio	Perdida en producción
Precio 2011	578,9		-57.47%
Producción (Escenario presente)	64,797	37,510,881 USD	
Producción (Escenario futuro -2050)	27,555	15,951,879 USD	

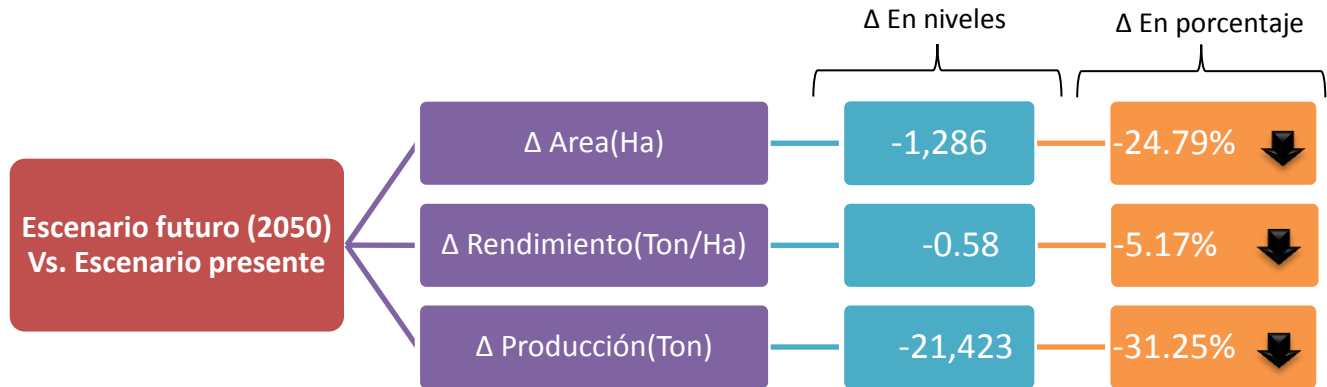
El costo de oportunidad del pariente silvestre es la pérdida de producción debido a cambio climático. Si el cambio de producción de presente a futuro disminuye deducimos que el costo de oportunidad del pariente silvestre (valor sombra) sería equivalente a la proporción de la pérdida, es decir, de usarse el pariente silvestre adecuado en mejoramiento, podría evitarse esa disminución en la producción del futuro. *En el caso de Bolivia bajo sistema de riego el costo de oportunidad o valor sombra de los parientes silvestres es equivalente al -57.47% de la producción en el futuro o US 21.5 millones de dólares aproximadamente a precios de 2011.*



Gráfica 14 Rangos de favorabilidad (línea base y proyección futura) de tomate en Bolivia en sistemas de producción bajo riego

3.1.2 Bolivia bajo sistema productivo seco

En el escenario presente, el área total en promedio es de 5,186 hectáreas con un rendimiento promedio de 11.12 toneladas por hectárea (Ton/Ha), lo que arroja una producción total de 68,563 toneladas de tomate. La proyección a futuro en el 2050 es de 3,900 hectáreas con un rendimiento promedio de 10.55 Ton/Ha y finalmente una producción total de 47,139 toneladas. Los cambios para área, rendimiento y producción se ven en la Tabla 8 en el ítem 16, sin embargo y para aclarar estos datos resultantes se amplía de la siguiente manera:



Los resultados mostrados en la Tabla 8 demuestran un efecto negativo del cambio climático sobre el área, el rendimiento y la producción de tomate cultivado en Bolivia bajo sistema productivo de seco. La producción es la más perjudicada, las estimaciones indican una potencial disminución de 31% para 2050, principalmente jalonada por una fuerte caída en el área apta para el cultivo de 25% aproximadamente, y una caída en rendimiento de 5%.

Tabla 8. Tomate en Bolivia seco

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

1980-2010									
Nivel de Favorabilidad	Por niveles	Rendimiento por nivel de favorabilidad Ex-ante	Rendimiento corregido Ex-ante	Rendimiento Final	Area Total	Area Corregida	% del total	Producción Total (toneladas)	Producción ajustada
0.1	-0.428	60,304	6.535	7.614	2,450	3188.5	1.30	24277.5	24323.0
0.2	-0.614	40,679	4.408	5.136	2,799	3642.7	1.30	18709.6	18744.7
0.3	-0.438	59,280	6.424	7.485	3,426	4458.7	1.30	33372.4	33434.9
0.4	0.459	153,936	16.681	19.436	4,230	5505.1	1.30	106997.1	107197.6
0.5	0.000	279,823	11.434	13.322	4,898	6374.4	1.30	84923.2	85082.3
0.6	2.069	323,799	35.087	40.883	5,553	7226.9	1.30	295457.3	296010.9
0.7	-0.197	84,736	9.182	10.699	5,914	7696.7	1.30	82345.7	82500.0
0.8	-0.701	31,500	3.413	3.977	5,366	6983.5	1.30	27774.9	27827.0
0.9	-0.851	15,689	1.700	1.981	3,468	4513.4	1.30	8940.6	8957.3
1.0	-0.949	5,408	0.586	0.683	1,741	2265.8	1.30	1547.1	1550.0
		105,515	9.54	11.12	3,985	5,186		68,435	68,563
Rendimiento promedio	11.4337				5,704			68,563	
Variación respecto al rendimiento corregido	-16.52%				-30.14%			-0.19%	
Precio FAO 2011	578.9								

15

2050					
Area Total	Area Corregida	Rendimiento Ex-post	Por niveles	Rendimiento Final	Producción Total (toneladas)
1738	2261.9	69,243	-0.346	8.70	19671.7
2370	3084.4	41,257	-0.611	5.18	15983.2
3266	4250.5	48,259	-0.544	6.06	25763.9
3443	4480.8	191,742	0.810	24.08	107912.4
3923	5105.5	325,649	0.000	13.31	67934.9
3786	4927.2	316,567	1.988	39.76	195913.1
4091	5324.2	32,408	-0.694	4.07	21672.0
3460	4503.0	19,400	-0.817	2.44	10972.2
2,616	3404.6	11,280	-0.894	1.42	4823.5
1,273	1656.7	3,589	-0.966	0.45	746.8
2,997	3,900	105,939		10.55	47,139
Δ Area	-1,286	Δ Rendimiento	-0.58	Δ Produccion	-21,423
16	-24.79%		-5.17%		-31.25%
Valor de la producción presente	39,690,981	Valor sombra del pariente silvestre			-31.25%
futuro	27,288,984				

17

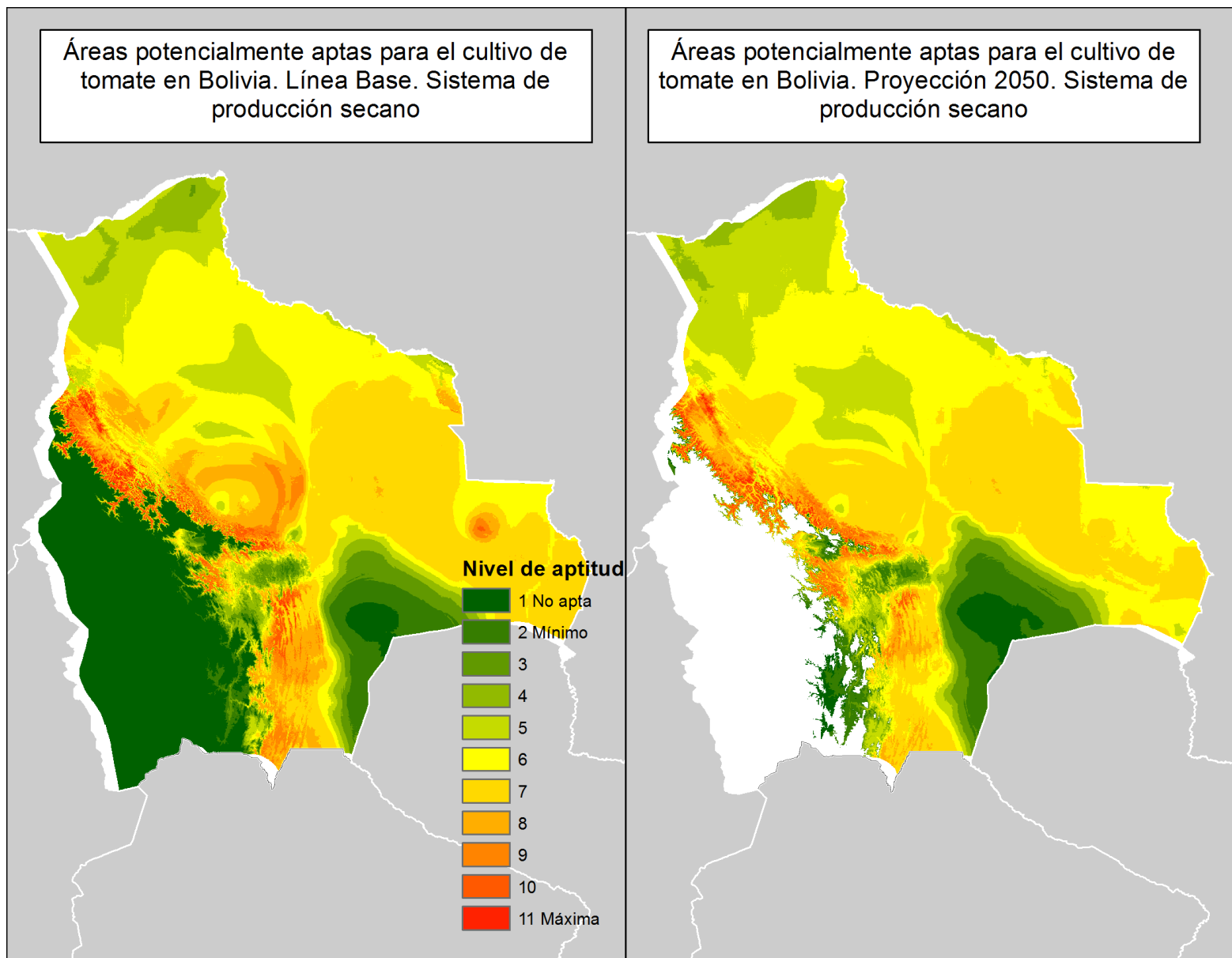
Para encontrar un valor asociado a la pérdida de tomate cultivado por cambio climático o valor sombra se usa la producción tanto en presente como en futuro y el precio del productor para un año base, en este caso el último disponible en FAO. En la Tabla 9 esta detallado los datos empleados y finalmente el valor sombra asociado a la pérdida de producción para la proyección a futuro en el 2050.

Tabla 9. Valor sombra del pariente silvestre para Bolivia Secano

Bolivia Secano		Producción*Precio	Perdida en producción
Precio 2011	578,9		-31.25%
Producción (Escenario presente)	68,563	39,690,981 USD	
Producción (Escenario futuro -2050)	47,139	27,288,984 USD	

El costo de oportunidad en Bolivia bajo sistema seco, o valor sombra, de los parientes silvestres es equivalente al 31% de la producción en el futuro o alrededor de US 12.4 millones precios actuales. Esta pérdida de producción en el futuro que puede evitarse con el pariente silvestre.

El sistema productivo bajo riego se estima que estará más afectado que el sistema de seco. En conclusión, Bolivia tendrá menor área, rendimiento y producción debido a cambio climático en el 2050, sin embargo incluyendo parientes silvestres como solución futura para el cambio climático se podría recuperar el 31.25% y el 57.4% de la producción para sistema productivo de seco y riego, respectivamente.

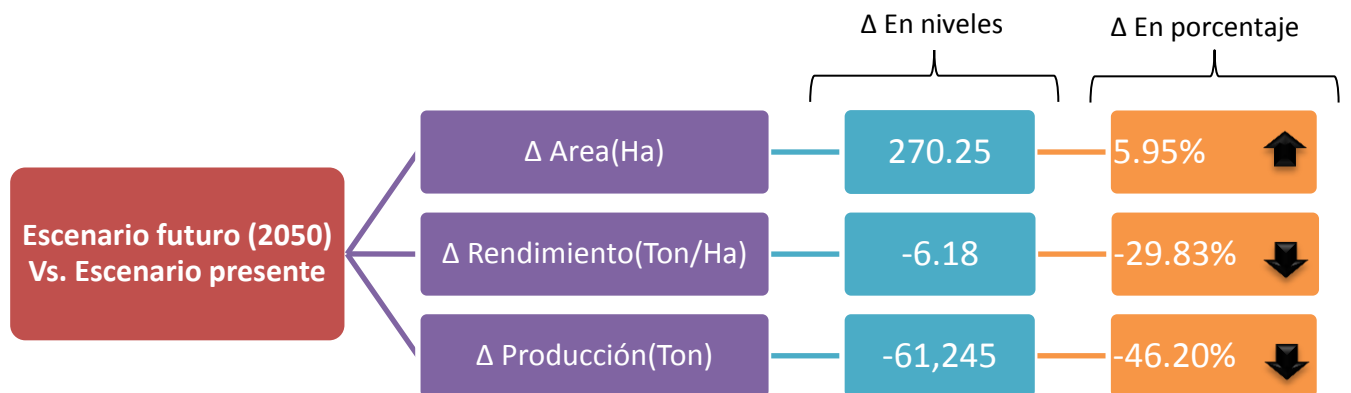


Gráfica 15 Rangos de favorabilidad (línea base y proyección futura) de tomate en Bolivia en sistemas de producción en seco

3.2 Método de valoración económica de tomate en Perú

3.2.1 Perú bajo sistema productivo de riego

En el escenario presente, el área total en promedio es de 4,545 hectáreas con un rendimiento promedio de 20.72 toneladas por hectárea, lo que arroja una producción total de 132,573 toneladas de tomate. La proyección a futuro en el 2050 es de 4,816 hectáreas con un rendimiento promedio de 14.54 Ton/Ha y finalmente una producción total de 71,328 toneladas, observándose que aun con el potencial incremento en el área apta para cultivo, la caída en el rendimiento es tan grande que no logra compensar la disminución en la producción. Los cambios para área, rendimiento y producción se ven en la Tabla 11 en el ítem 16, para aclarar estos datos resultantes se amplía de la siguiente manera:



En la Tabla 11 y 12 contiene toda la información necesaria para la valoración económica para riego y secano respectivamente.

Tabla 11. Tomate en Perú riego

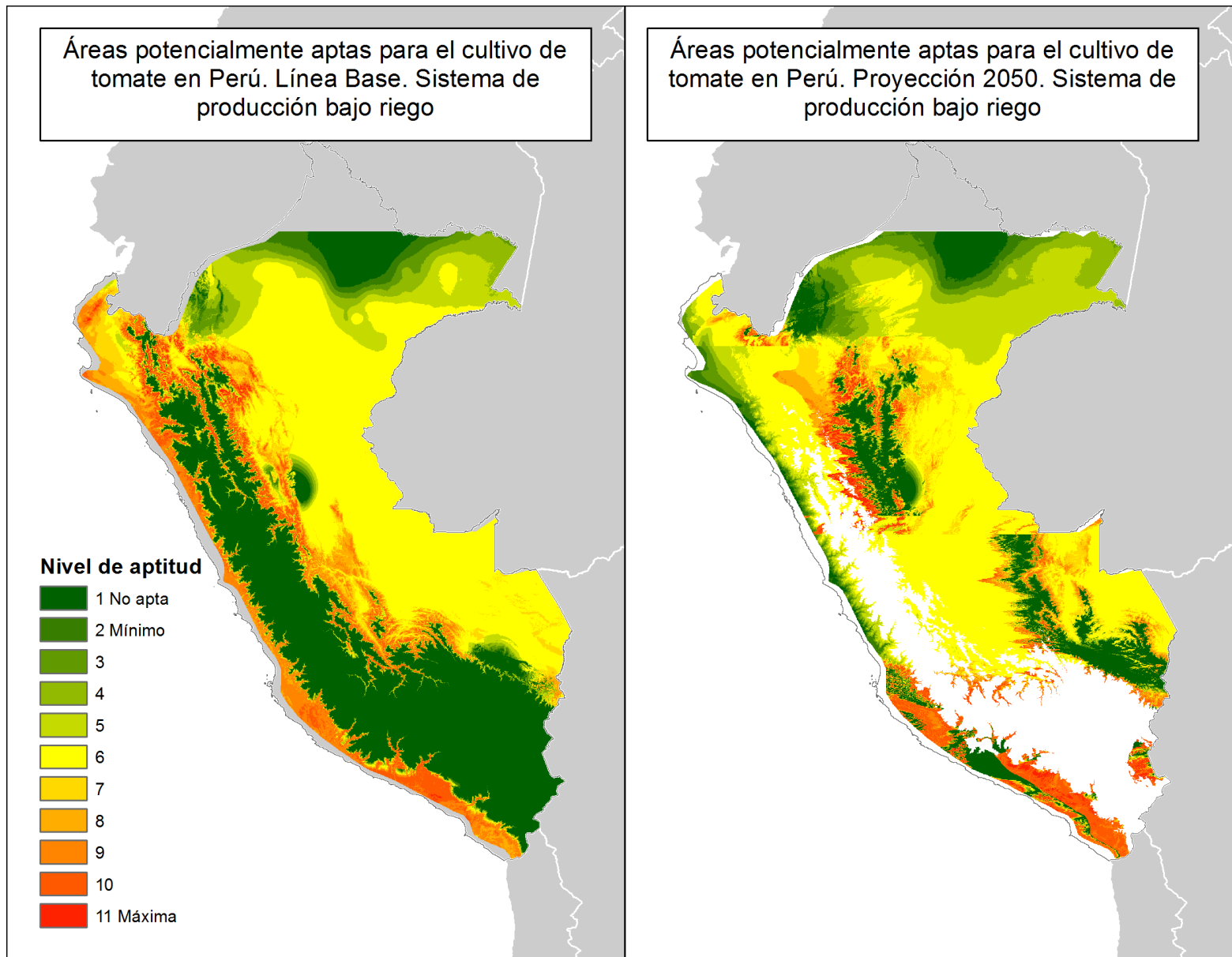
1980-2010										2050										
Nivel de Favorabilidad	Por niveles	Rendimiento por nivel de favorabilidad Ex-ante	Rendimiento corregido Ex-ante	Rendimiento Final	Area Total	Area Corregida	% del total	Producción Total (toneladas)	Producción ajustada	Area Total (Ha)	Area Corregida	Por niveles	Rendimiento por nivel de favorabilidad Ex-ante	Rendimiento Final	Producción Total (toneladas)					
0.1	-0.698	30,854	7.40	10.29	6,191	3,465	0.56	35,648	44,774	6,819	3,816	-0.589	42,521	8.92	34,055					
0.2	-0.606	40,185	9.63	13.40	6,898	3,860	0.56	51,731	64,974	7,148	4,000	-0.455	56,372	11.83	47,326					
0.3	-0.379	63,363	15.19	21.13	8,025	4,491	0.56	94,894	119,188	7,456	4,173	-0.174	85,419	17.93	74,802					
0.4	-0.027	99,283	23.80	33.11	8,424	4,714	0.56	156,082	196,040	7,979	4,465	0.619	167,452	35.14	156,924					
0.5	0.000	501,098	24.46	34.03	9,398	5,260	0.56	178,982	224,803	10,186	5,701	0.000	444,503	21.701	123,707					
0.6	-0.266	74,885	17.95	24.97	11,479	6,424	0.56	160,420	201,488	12,127	6,787	-0.307	71,622	15.03	102,012					
0.7	-0.361	65,190	15.63	21.74	11,641	6,515	0.56	141,622	177,878	10,736	6,008	-0.548	46,723	9.81	58,915					
0.8	-0.170	84,665	20.30	28.23	10,703	5,990	0.56	169,110	212,403	11,648	6,519	-0.641	37,144	7.80	50,815					
0.9	-0.466	54,535	13.07	18.19	6,334	3,545	0.56	64,463	80,966	7,288	4,079	-0.383	63,763	13.38	54,579					
1.0	-0.937	6,446	1.55	2.15	2,127	1,190	0.56	2,559	3,214	4,662	2,609	-0.821	18,524	3.89	10,143					
		102,050	14.90	20.72	8,122	4,545		105,551	132,573	8,605	4,816		103,404	14.54	71,328					
Rendimiento promedio		24.4637			5,639			141,871		Δ Area		270.25	Δ Rendimiento		-6.18	Δ Produccion		-61,245.04		
Variación respecto al rendimiento corregido		-39.10%			44.04%			-25.60%		16		5.95%	-29.83%			-46.20%				
Precio FAO 2011		552.8																		
15															Valor de la producción presente			Valor sombra del pariente silvestre		
															73286243.2			-46.20%		
															futuro					
															39,429,983					
															17					

Para encontrar un valor asociado a la pérdida de tomate cultivado por cambio climático o valor sombra se usa la producción tanto en presente como en futuro y el precio del productor para un año base, en este caso el último disponible en FAO. En la Tabla 12 esta detallado los datos empleados y finalmente el valor sombra asociado a la pérdida de producción para la proyección a futuro en el 2050.

Tabla 12. Valor sombra del pariente silvestre para Perú riego

Perú riego		Producción*Precio	Perdida en producción
Precio 2011	552.8		-46.20%
Producción (Escenario presente)	132,573	73,286,243 USD	
Producción (Escenario futuro -2050)	71,328	39,429,983 USD	

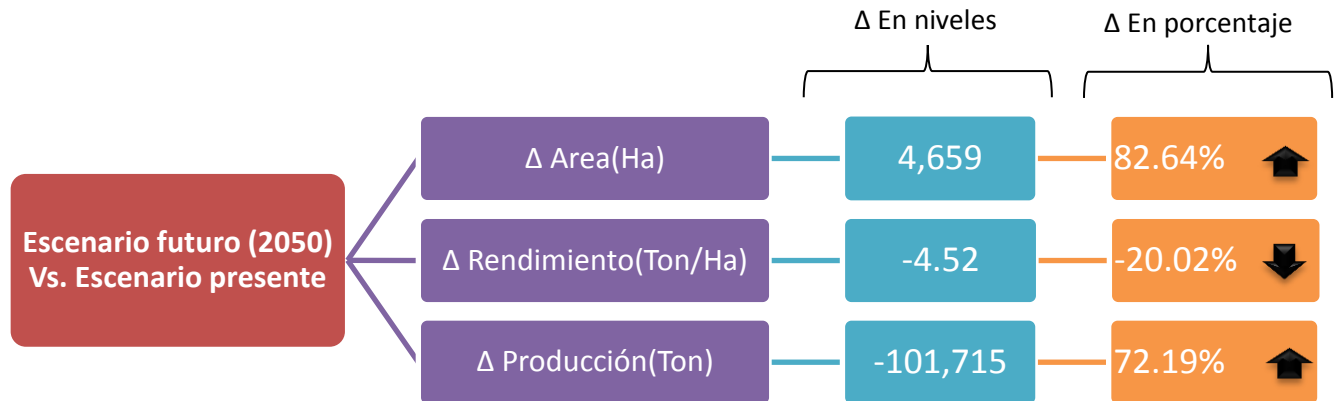
En el caso de Perú bajo sistema de riego el costo de oportunidad o valor sombra de los parientes silvestres es equivalente al 46.2% de la producción en el futuro o alrededor de US 33.8 millones de dólares a precios actuales. De usarse exitosamente los parientes silvestres en la obtención de variedades adaptadas a las condiciones esperadas por cambio climático, podría evitarse esa disminución en la producción del futuro.



Gráfica 16 Rangos de favorabilidad (línea base y proyección futura) de tomate en Perú en sistemas de producción bajo riego

3.2.2 Perú bajo sistema productivo seco

En el escenario presente, el área total en promedio es de 5,639 hectáreas con un rendimiento promedio de 22.56 toneladas por hectárea (Ton/Ha), lo que arroja una producción total de 140,891 toneladas de tomate. La proyección a futuro en el 2050 es de 10,299 hectáreas con un rendimiento promedio de 18.04 Ton/Ha y finalmente una producción total de 242,606 toneladas. Los cambios para área, rendimiento y producción se ven en la Tabla 13 en el ítem 16, sin embargo y para aclarar estos datos resultantes se amplía de la siguiente manera:



Los resultados mostrados en la Tabla 13 demuestran un efecto positivo de cambio climático sobre el área y la producción de tomate cultivado, sin embargo el rendimiento se ve negativamente afectado. La producción se incrementa el 72% respecto al escenario presente, la cual se explica por el amplio incremento del área alrededor de 83%, a pesar de la potencial reducción del rendimiento en 20% aproximadamente en el escenario futuro.

Tabla 13. Tomate en Perú Secano

1980-2010										2050					
Nivel de Favorabilidad	Por niveles	Rendimiento por nivel de favorabilidad Ex-ante	Rendimiento corregido Ex-ante	Rendimiento Final	Area Total Ha	Area Corregida	% del total	Producción Total (toneladas)	Producción ajustada	Area Total Ha	Area Corregida	Rendimiento Ex-post	Por niveles	Rendimiento Final	Producción Total (toneladas)
0.1	-0.283	62,083	17.54	22.43	5,682	5,666.7	1.00	127,097	116,533.2	10,051	10023.9	53,301	-0.425	13.788	138,210.1
0.2	-0.130	75,318	21.27	27.21	6,213	6,196.3	1.00	168,601	154,588.0	12,026	11993.6	92,585	-0.001	23.950	287,247.9
0.3	0.150	99,604	28.13	35.98	6,416	6,398.7	1.00	230,251	211,113.9	14,668	14628.5	109,310	0.180	28.277	413,643.1
0.4	1.033	176,054	49.73	63.60	6,948	6,929.3	1.00	440,724	404,093.1	16,574	16529.3	170,226	0.837	44.034	727,860.7
0.5	0.000	328,317	24.46	31.29	8,380	8,357.4	1.00	261,509	239,773.6	15,099	15058.3	321,627	0.000	23.965	360,875.7
0.6	-0.343	56,875	16.06	20.55	8,230	8,207.8	1.00	168,648	154,631.2	12,609	12575.0	104,443	0.127	27.018	339,746.5
0.7	-0.587	35,733	10.09	12.91	7,143	7,123.7	1.00	91,963	84,319.1	10,665	10636.3	38,679	-0.582	10.006	106,421.9
0.8	-0.740	22,559	6.37	8.15	4,958	4,944.6	1.00	40,298	36,949.0	7,239	7219.5	22,679	-0.755	5.867	42,354.3
0.9	-0.898	8,852	2.50	3.20	2,343	2,336.7	1.00	7,473	6,851.6	3,224	3215.3	10,657	-0.885	2.757	8,863.9
1.0	-0.992	732	0.21	0.26	228	227.4	1.00	60	55.1	1,109	1106.0	2,927	-0.968	0.757	837.4
		86,613	17.64	22.56	5,654	5,639		153,662	140,891	10,326	10,299	92,643		18.04	242,606
														23.965	

Rendimiento promedio	24.4637	5,639	141,871
Variación respecto al Precio FAO 2011	-27.91%	0.27%	8.31%

Δ Area	4,659.71 82.64%	Δ Rendimiento	-4.52 -20.02%	Δ Produccion	101,715.37 72.19%
Valor de la produccion presente	77,884,425	16	Valor sombra asociado al pariente silvestre		72.19%
valor futuro	134,112,682				

15	17
-----------	-----------

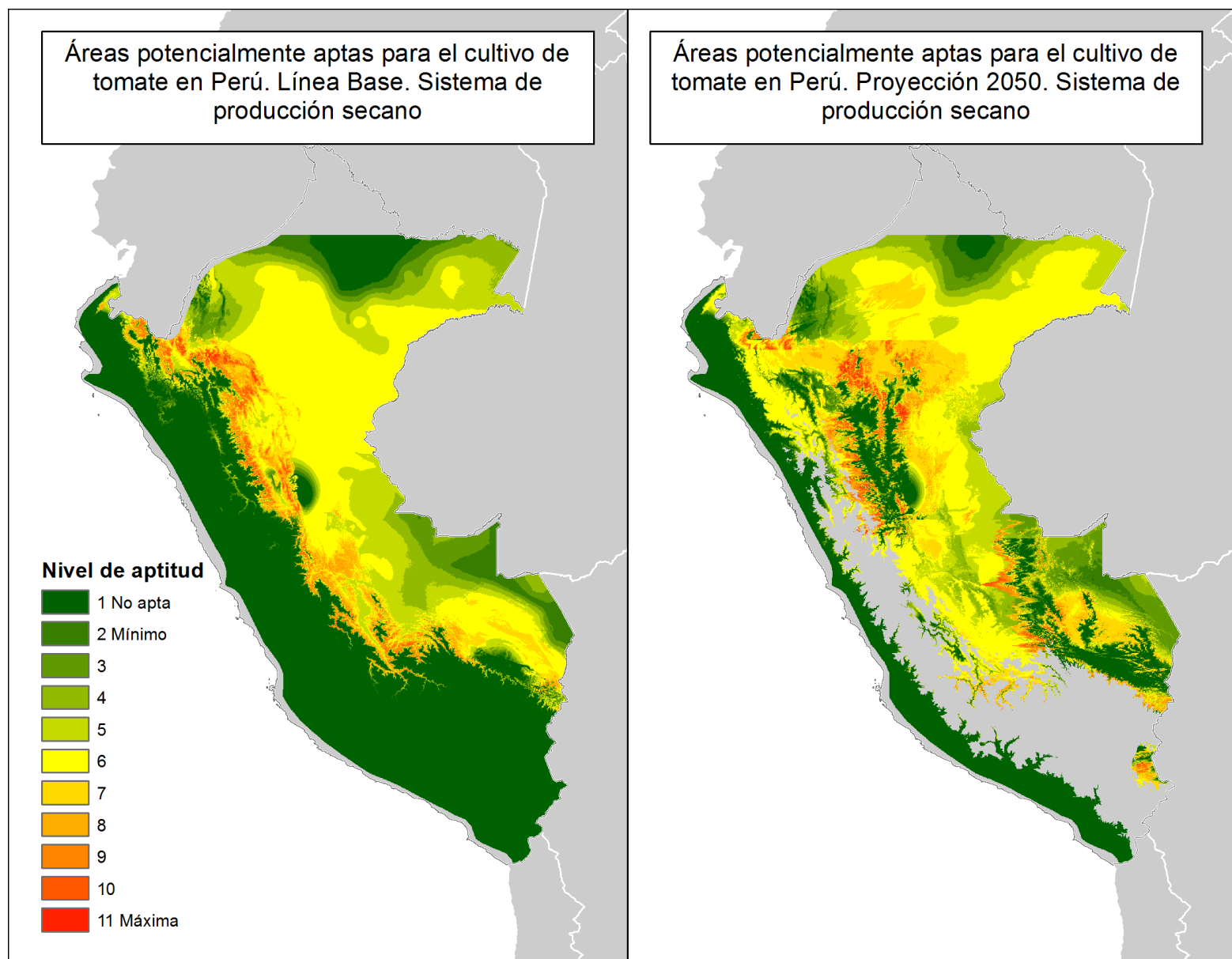
En la Tabla 14 esta detallado los datos empleados y asociados a la producción proyectada en el 2050.

Tabla 14. Producción proyectada - Perú seco.

Perú seco		Producción*Precio	Perdida en producción
Precio 2011	552.8		72.19%
Producción (Escenario presente)	140,891	77,884,425 USD	
Producción (Escenario futuro -2050)	242,606	134,112,682 USD	

En el caso Peruano bajo sistema productivo seco de acuerdo con los datos del modelo se espera un aumento de producción del 72.19%. Cuando el efecto del cambio climático es positivo no es posible calcular el valor sombra del pariente silvestre.

El tomate en Perú bajo un sistema de producción de riego se ve perjudicado en escenario futuro. Sin embargo el tomate bajo un sistema de producción seco en el 2050 tendrá aumento en área, y producción pero no en rendimiento, evidenciando un poco de efectos adversos del cambio climático porque son estos los que no permite que el rendimiento sea proporcional al nivel de área y producción, la posible solución para este inconveniente es el uso de parientes silvestres para la obtención de variedades que permitan aumentar el rendimiento en este sistema. La explicación puede estar asociada a menor acceso al agua en el 2050 y por esto quedaría dependiendo del agua lluvia para el cultivo de tomate.



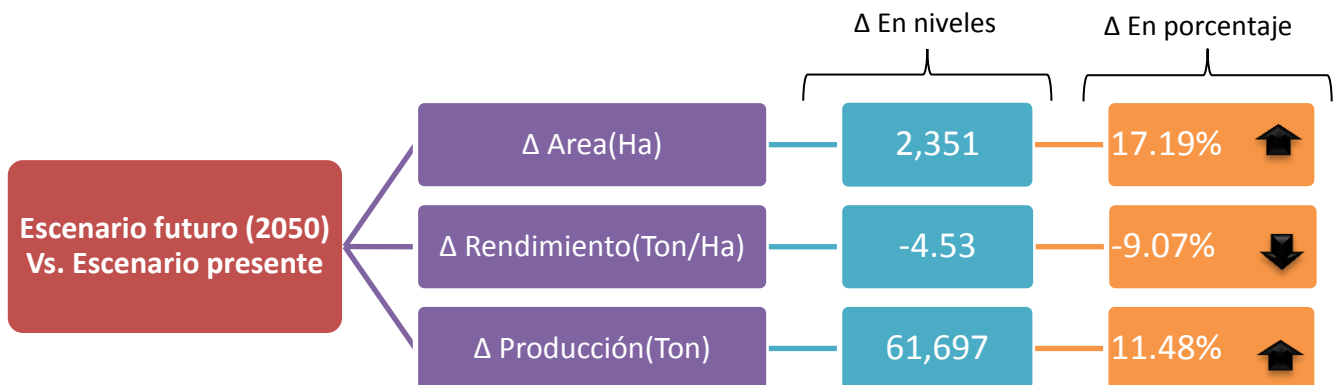
Gráfica 17 Rangos de favorabilidad (línea base y proyección futura) de tomate en Perú en sistemas de producción de seco

3.3 Método de valoración económica de tomate en Chile

3.3.1 Chile bajo sistema productivo de riego

En el caso de Chile las estimaciones de SIMPROC se realizan solo para el caso de riego, puesto que la producción en invernadero posee condiciones climáticas controladas por lo que un análisis de efectos del cambio climático no es tan adecuado.

En el escenario presente, el área total en promedio es de 13,674 hectáreas con un rendimiento promedio de 49.97 toneladas por hectárea (Ton/Ha), lo que arroja una producción total de 53,757 toneladas de tomate. La proyección a futuro en el 2050 es de 16,024 hectáreas con un rendimiento promedio de 45.44 Ton/Ha y finalmente una producción total de 599,271 toneladas. Los cambios para área, rendimiento y producción se ven en la Tabla 15 en el ítem 16, sin embargo y para aclarar estos datos resultantes se amplía de la siguiente manera:



Los resultados mostrados en la Tabla 17 muestran un efecto positivo de cambio climático sobre el área y producción de tomate cultivado bajo sistema de riego, sin embargo el rendimiento experimenta una caída en el escenario futuro. El área aumenta 17,2% en 2050 equivalente a 2.351 hectáreas de tomate cultivado. El rendimiento, por su parte cae en 9%, por lo que incremento estimado en la producción se sitúa en 11,48% de toneladas en el 2050.

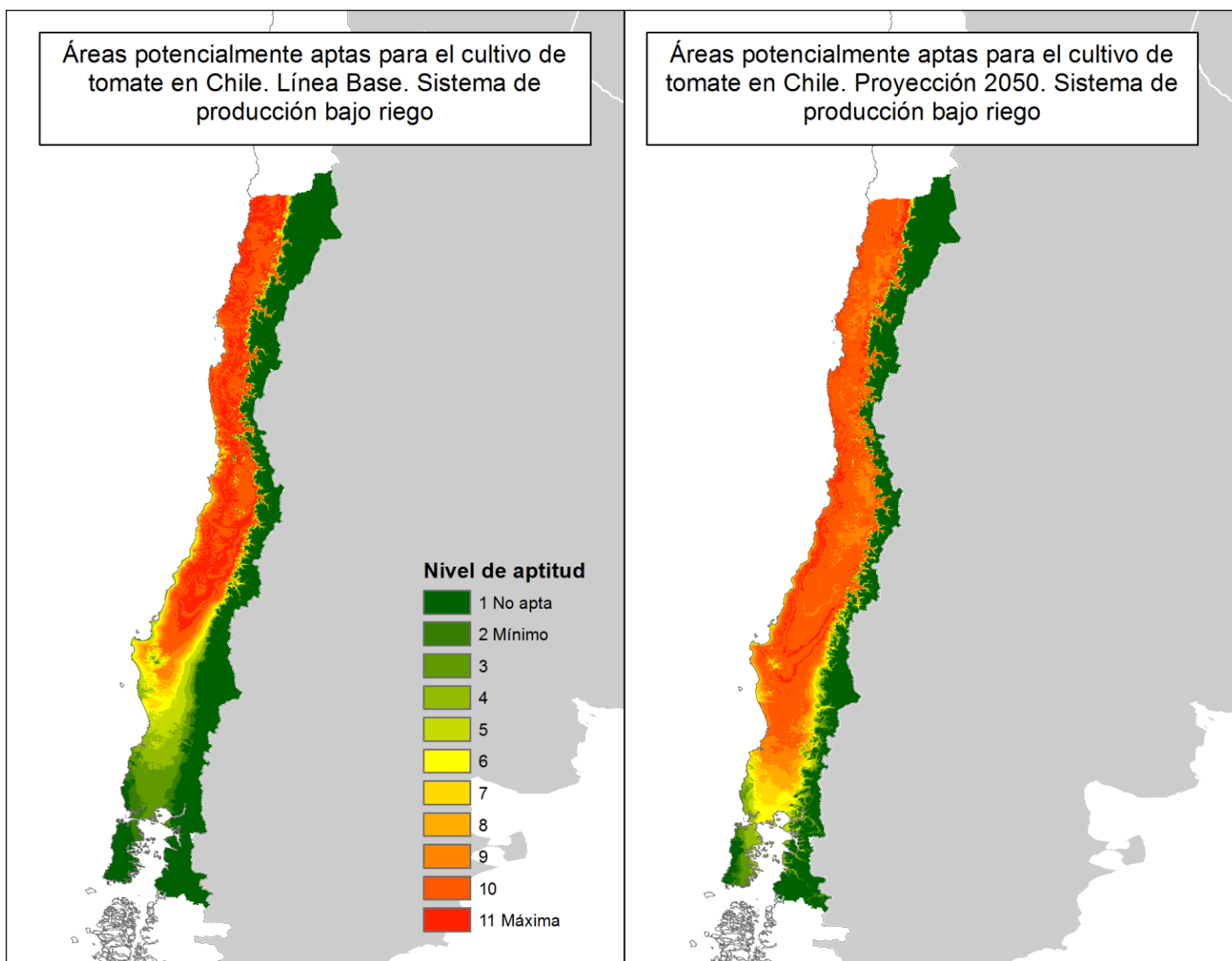
Tabla 17. Tomate en Chile bajo riego

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
1980-2010										2050						
Nivel de Favorabilidad	Por niveles	Rendimiento por nivel de favorabilidad Ex-ante	Rendimiento corregido Ex-ante	Rendimiento Final	Area Total (Ha)	Area Corregida	% del total		Producción Total (toneladas)	Producción ajustada	Area Total (Ha)	Area Corregida	Rendimiento Ex-post	Por niveles	Rendimiento Final	Producción Total (toneladas)
0.1	-0.4106	16552	29.5298	28.060	1836	1576.8	0.86		44,244	34,581.0	2524	2167.6	12,034	-0.6373	15.52458338	33,651
0.2	-0.1763	23131	41.2671	39.213	1595	1369.8	0.86		53,713	41,982.6	2307	1981.2	13,334	-0.5981	17.20166153	34,081
0.3	-0.3066	19472	34.7393	33.010	1446	1241.8	0.86		40,993	32,040.1	2040	1751.9	14,065	-0.5760	18.14469547	31,788
0.4	-0.3116	19330	34.4859	32.769	1455	1249.5	0.86		40,947	32,004.4	1725	1481.4	10,229	-0.6917	13.19602488	19,549
0.5	0.0000	14104	50.0979	47.604	1459	1253.0	0.86		59,647	46,620.8	1611	1383.5	12,680	0.0000	42.7980	59,212
0.6	-0.5150	13618	24.2954	23.086	1525	1309.7	0.86		30,235	23,631.9	1,646	1413.6	14,521	-0.5623	18.73296288	26,481
0.7	-0.5689	12105	21.5961	20.521	1637	1405.8	0.86		28,850	22,549.0	1,592	1367.2	16,599	-0.4997	21.41370779	29,277
0.8	-0.5042	13922	24.8377	23.601	1760	1511.5	0.86		35,673	27,882.3	2,606	2238.0	46,569	0.4037	60.07680934	134,453
0.9	2.0490	85617	152.7460	145.143	1799	1545.0	0.86		224,243	175,269.3	1,023	878.5	170,061	4.1261	219.3889127	192,744
1.0	1.2420	62957	112.3192	106.729	1410	1210.9	0.86		129,238	101,013.1	1,585	1361.2	21,660	-0.3471	27.94270202	38,035
		28,081	52.59	49.97	15,922	13,674			687,783	537,574	18,659	16,024	33,175		45.44	599,271
Rendimiento promedio		50.0979				13,952			564,499		Δ Area	2,351	Δ Rendimiento	-4.53	Δ Produccion	61,697
Variación respecto al rendimiento corregido		4.98%				14.12%			21.84%			17.19%		-9.07%		11.48%
Precio FAO 2011		540.3									Valor de la producción presente	290,451,478				11.48%
											valor futuro	323,786,153				
15													16			17

Tabla 15. Producción proyecta para Chile bajo riego

Chile riego		Producción*Precio	Perdida en producción
Precio 2011	540.3		11.48%
Producción (Escenario presente)	537,574	290,451,478 USD	
Producción (Escenario futuro -2050)	599,271	323,786,153 USD	

En el caso de Chile bajo sistema productivo de riego el cambio es equivalente al 11,48% de la producción en el futuro. Dado que el efecto del cambio climático es positivo no es posible estimar un valor sombra para Chile



Gráfica 18 Rangos de favorabilidad (línea base y proyección futura) de tomate en Chile en sistemas de producción bajo riego

4 CONCLUSIONES

4.1 Bolivia

Entre el grupo de países analizados, Bolivia es el país que tiene menor producción y rendimiento de tomate. En el 2010, la producción de tomate en Bolivia estuvo 86% por debajo de Chile y 46% por debajo de Perú (FAO, 2013). Para el mismo periodo, 2010, el área sembrada de tomate está 33% por debajo del área de Chile y 54% por encima de Perú. El rendimiento de Bolivia esta 80% por debajo del rendimiento Chileno y 65% por debajo del rendimiento Peruano. Esto sugiere una deficiencia en el sistema de producción de Tomate en Bolivia, puesto que Bolivia no tiene rendimientos correspondientes a lo esperado por la cantidad de área que posee, incluso Perú registra mayor rendimiento con menor área que la de Bolivia, esto puede deberse a limitado acceso a tecnología y buenas prácticas agrícolas. Lo anterior es correspondiente con la poca importancia relativa pues solo aporta el 1% de la producción y el 2% del rendimiento dentro de los países del estudio.

Entre los efectos del cambio climático que más afectan en la actividad agrícola son la sequía y las temperaturas extremas (calor y frío), estos factores constituyen las principales limitaciones para la producción de tomate en Bolivia, reduciendo significativamente los niveles de producción, con riesgos cada vez más frecuentes de pérdidas completas de cultivos de tomate (Torrice, 2011). Los resultados del método de valoración económica indican que el cultivo de tomate en este país estará sujeto a efectos negativos por cambio climático porque tanto área, rendimiento y producción disminuirán en el 2050. La estrategia para adaptar ambos sistemas de producción (secano y riego) a las nuevas condiciones climáticas esperadas, es la producción de variedades tolerantes o resistentes a condiciones abióticas limitantes. *Solanum cheesmaniae* es un pariente identificado por ser tolerante a salinidad, *Solanum chilense* resistente a sequía, *Solanum habrochaites* tolerante a frio, heladas e insectos, *Solanum pennellii* resistente a sequia e insectos, *Solanum sitiens* resistente a aridez extrema (Peralta et al., 2008)

4.2 Perú

Perú es el segundo país con mayor producción y rendimiento dentro de los países del análisis, y el de menor área cultivada de tomate. En el 2010, la producción de tomate en Perú estuvo 75% por debajo de la producción Chilena y 85% por encima de la producción en Bolivia. El rendimiento de Perú fue el 43% más bajo que en Chile y por encima del 100% respecto a Bolivia. El área sembrada de tomate, a diferencia de la producción y el rendimiento, fue la más baja dentro del grupo de países estudiados estando por debajo de Chile en un 56% y el 35% por debajo de Bolivia. Estos resultados sugieren un eficiente sistema de producción en Perú, porque a pesar de tener un área menor respecto a Chile y Bolivia, tiene un rendimiento superior al promedio de Chile (36,0 Ton/Ha), siendo este último el que posee mayor área, producción y rendimiento.

Los resultados del método de valoración económica indican que este país va a tener efectos negativos por cambio climático para el cultivo de tomate bajo riego pues el rendimiento y la producción disminuirán en el 2050. El área aumenta solo en un 6%, mientras que la producción disminuye un 46% y el rendimiento un 30%. El balance final es que el cultivo de tomate bajo riego tendrá que tomar medidas para prevenir este efecto adverso del cambio climático sobre el tomate. El panorama es el contrario para el cultivo de tomate bajo sistema de producción seco puesto que el área y la producción aumentan en un 83% y un 72% respectivamente. Sin embargo el rendimiento disminuye el 20%, esta reducción es consistente con efectos del cambio climático para 2050. Aunque el área aumenta y la cantidad producida también, los rendimientos son menores lo que no es conveniente para el agricultor, esto indica que el cultivo de tomate podría estar en riesgo de producción en un escenario futuro 2050

4.3 Chile

Dentro de los países del estudio Chile es el país con mayor producción, rendimiento y área cultivada de tomate durante 2010. La producción Chilena de tomate está 6 veces por encima de la producción de Bolivia y 3 veces por encima de la producción Peruana. El área sembrada de tomate en Chile esta 48% por encima del área total de Bolivia y 128% por encima del área de Perú. El rendimiento de tomate en Chile está 75% por encima de Perú y más del 400% por encima de Bolivia. Estos resultados son consistentes con el 77,2% de superficie cultivada de tomate bajo invernadero (Alvarado y Urrutia, 2003) que se da en Chile según el Censo Nacional Agropecuario de 1997; considerando que todas las variables se controlan, los rendimientos y el nivel de producción es mucho mejor que otros países como Bolivia y Perú.

La importancia relativa mide el grado o peso que tiene cada factor, área, rendimiento o producción, por país dentro de un conjunto de países. Chile tiene el 10,7% de importancia relativa dentro de los 20 países de Latinoamérica, siendo el país con mayor índice dentro de los países del estudio. En área, Chile tiene el 5,3% de importancia relativa dentro del total de área en Latinoamérica, finalmente en tema de rendimiento, Chile aporta el 65,3% de toneladas por hectáreas dentro de los países Latinoamericanos, es decir, el 10% del rendimiento total en América Latina.

Aunque los resultados de la evaluación económica de tomate en Chile evidencia, a pesar de la caída en 9% del rendimiento, el incremento en la el área en 17% lo que podría indicar que áreas que antes no eran potencialmente aptas para el cultivo en el escenario futuro podrían serlo, permitiendo una compensación sobre la producción por la caída en el rendimiento, lo que explica el potencial incremento en la producción alrededor de 11%. Por lo que se esperaría que el cultivo de tomate en Chile no sufra efectos de cambio climático muy fuertes.

REFERENCIAS

- Alvarado, P., & Urrutia, G. (2013). Invernaderos. El agroeconómico de la Fundación de Chile. Universidad de Chile.
- Bioversity International (2006). Parientes silvestres de cultivos. 25.p, Recuperado de [http://www.biodiversityinternational.org/index.php?id=244&tx_news_pi1\[news\]=1048&cHash=8101534188425121fa194dbab55bf62f](http://www.biodiversityinternational.org/index.php?id=244&tx_news_pi1[news]=1048&cHash=8101534188425121fa194dbab55bf62f)
- Castañeda, N., Jarvis, A., & Ramirez, J. (2011). Nuestros tomates silvestres: ¿Cuáles son y dónde buscarlos? [diapositivas de Power Point]. Recuperado de: www.slideshare.net/ciatdapa/castaneda2011-tomates-silvestres
- Cuellar, S., & Ríos, B. (2010). Efecto del Cambio Climático en la Distribución de los Parientes Silvestres de Cultivos en Bolivia. Fundación Amigos de la Naturaleza. Bolivia.
- Crop Wild Relatives & Climate Change*. (s.f.). Recuperado de <http://www.cwrdiversity.org/checklist/>.
- Dominguez, E. (s.f.). *Guía Básica sobre Cambio Climático y Cooperación para el Desarrollo*. Fundación para el Desarrollo IPADE. Recuperado de <http://www.greenpeace.org/espana/es/reports/gu-a-basica-sobre-cambio-clima/>
- Escalona, V., Alvarado, P., Monardes, H., Urbina, C., & Martin, A. (2009). *Manual de Cultivo de Tomate (Lycopersicon Esculentum Mill)*. Universidad de Chile.
- Everhart, E., Jauron, R., & Haynes, C. (2002). Tomates. *El Huerto Doméstico*. Iowa State University.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations FAOSTAT. (s.f.). Recuperado de <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/home/E>
- Galvis, J., Haberman, O., Alvarez, J., Mendoza, E., Coca, Dalcy., & Matny, Pablo. N.D. *Manual del Cultivo de Tomate para Pequeños Productores de los Valles*. Gobierno Departamental Prefectura Santa Cruz. Bolivia.
- Hajjar, R., & Hodgkin, T. (2007). *The Use of Wild Relatives in Crop Improvement: A Survey of Development over the Last 20 Years*. Italy.
- International Food Policy Research Institute, IFPRI. (2009). *Cambio Climático: El Impacto en la Agricultura y los Costos de Adaptación*. Recuperado de <http://www.ifpri.org/node/6191>
- Numata, K., Itagaki, K. (2011). *Estudio sobre el caso de la Producción Creciente del Tomate en los Desiertos mediante el Sistema Agrario con poco Insumo: Desafíos en la Zona Costera del Perú*. Universidad de Agricultura. Tokio.
- Peralta, I.E., Spooner, D.M. & Knapp, S., 2008. Taxonomy of wild tomatoes and their relatives (solanum sect. Lycopersicoides, sect. Juglandifolia, sect. Lycopersicon; Solanaceae). Systematic Botany Monographs, 84. Razdan, M., Mattoo, A. (2007). *Genetic Improvement of Solanaceous Crops: Tomato*. Science Publishers. United States of America.

- Santibañez, F., Santibañez, P., Caroca, C., y Wheaton E. (2014). A simulator crop model (SIMPROC) as a tool to evaluate climate change impacts on agriculture. *En revision.*
- Tapia, G. (2010). ¿Cómo Cultivar Tomate en un Clima que está Cambiando?. *INIA – Quilamapu.* Chillán, Chile.
- Tjalling, H. (2006). CropKit – Guía de Manejo Nutrición Vegetal de Especialidad Tomate. *The Worldwide Business formula SQM.*
- Torrice, A. (2011). Estudio *Morfológico y Molecular de la Diversidad Genética del Tomate Silvestre (Solanum spp.) Boliviano.* Cochabamba, Bolivia.
- Vallejo, F. (1999). *Mejoramiento Genético y Producción de Tomate en Colombia.* Cali, Colombia.

Anexo IX

Poster Workshop Chillan 2014

SEMINARIO INTERNACIONAL

”Usos y Aplicaciones de Recursos Genéticos de Solanáceas en Mejora Genética Frente al Cambio Climático”

Resistencia Viral, Hongos, Insectos

Tolerancia Salinidad, Sequía, Frio, Metales pesados

Contenido de Antocianinas, Glicotenoides, Azúcares

EXPOSITORES

Fernando Santibáñez, U. de Chile
Ricardo Pertuzé, U. de Chile
Gerardo Tapia, INIA-Quilamapu
María Teresa Pino, INIA-La Platina
Simón Ruiz, Universidad de Talca
Diana Lopera, CIAT, Colombia
Antonio Monforte, CSIC, España

Fecha/Lugar

27 de Marzo del 2014 9:00 hrs
Auditorio INIA-Quilamapu
Avenida Vicente Méndez #515
Chillán-Chile.

Informaciones:
sabarzua@inia.cl 42-2206810

Programa Workshop Chillán 2014.



Invitación

Rodrigo Avilés Rodríguez, Director Regional de INIA Quilamapu, tiene el agrado de invitar a usted al Seminario Internacional “**Usos y aplicaciones de Recursos Genéticos de Solanáceas en mejora genética frente al cambio climático**”, actividad que se realizará el jueves 27 de marzo, entre las 9.00 y 14.00 horas, en el auditorium de INIA Quilamapu, ubicado en la Avenida Vicente Méndez 515 en Chillán.

Este seminario, presentará los últimos avances en los estudios básicos y aplicados asociados a los efectos del cambio climático en tomate y papa en el continente, congregándose, para ello, los principales investigadores de Hispanoamérica del sector.

Avilés Rodríguez espera contar con vuestra presencia en esta importante actividad científica que va en directo beneficio de la agricultura de Sudamérica y que cuenta con el financiamiento del Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria, Fontagro.

Chillán, marzo de 2014.

S.R.C.

Fono: 42 - 220 68 10 / email: sabarzua@inia.cl

Cupos limitados.

PROGRAMA

Hora	Actividad	Responsable
9:00 - 9:30	Inscripciones.	
9:30 - 9:45	Palabras de bienvenida	Director Regional INIA.
9:45 - 10:15	“Modelo para el cambio climático y problemas que enfrentará el cultivo del tomate en Chile y la región”.	Dr. Fernando Santibáñez, docente e investigador Universidad de Chile.
10:15- 10:45	“Colectas de tomate en el norte de Chile, ecología y hábitat.”	Dr. Ricardo Pertuzé, docente e investigador Universidad de Chile.
10:45- 11:15	“El tomate silvestre: las potencialidades de su utilización en el mejoramiento de Solanáceas”.	Dr. Gerardo Tapia, Investigador INIA Quilamapu, Chile.
11:15- 11:45	Café.	
11:45- 12:15	“Desafíos del mejoramiento genético de papas frente a estrés abiótico.”	Dra. María Teresa Pino, Investigadora INIA La Platina, Chile.
12:15- 12:45	“Aplicaciones de los recursos genéticos de tomate en mejoramiento genético de cultivos de interés agronómico frente a estrés abiótico.”	Dr. Simón Ruiz, docente e investigador, Universidad de Talca, Chile.
12:45- 13:15	"Valoración económica del tomate silvestre".	Dra. Diana Lopera, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Colombia.
13:15- 13:45	“Uso de la variabilidad genética de <i>Solanum pimpinellifolium</i> mediante la construcción apoyada en tecnologías genómicas de líneas de introgresión”.	Dr. Antonio Monforte, Investigador IBMCP (CSIC-UPV) Valencia, España.
13.45- 14.00	Mesa Redonda.	
14:00	Cóctel de camaradería.	

Tríptico proyecto Fontagro

El tomate

El tomate constituye la hortaliza de mayor valor económico y de mayor difusión en todo el mundo. Esto se debe entre otras razones a su alto contenido nutritivo (vitamina A, C y E, antioxidantes, Calcio y Fósforo). Su cultivo, es importante tanto por su adaptabilidad a distintos pisos ecológicos, así como por su nivel de rendimiento.

Los estudios respecto al cambio climático señalan que este afectará severamente la producción agrícola. Los efectos sobre el cultivo del tomate no han sido determinados, sin embargo se sabe que la mayoría de las variedades comerciales de tomate son sensibles al estrés hídrico en todos los estados de desarrollo de la planta, siendo el período de germinación de la semilla y el de plántula los más sensibles.





Principales objetivos proyecto 9499

- Generar colecciones de germoplasma de las especies silvestres de tomate.
- Caracterizar las colecciones de germoplasma considerando aspectos morfológicos, agronómicos, fisiológicos, moleculares, relacionados con su tolerancia a estrés hídrico, alta temperatura e infección por patógenos.
- Generar un banco de genes candidatos asociados a la tolerancia a estrés hídrico para su uso como marcadores en la selección de materiales tolerantes en programas de mejoramiento genético.
- Desarrollar un modelo predictivo que describa el efecto del cambio climático en el cultivo del tomate para la región.

Información

E-mail: gsa@rcita.cl
 Teléfono: (42) 209053209651
 Fax: (42) 209720
 Avenida Vicuña Mackenna 515
 Quilón

Importancia del tomate silvestre frente al Cambio Climático



Proyecto 

El tomate tiene como centro de origen la región andina comprendida entre Perú, Ecuador, Bolivia, el norte de Chile y las sierras de los Andes. Las especies silvestres de tomate crecen en una variedad amplia de hábitat desde el nivel del mar hasta elevaciones de más de 3000 m. Todas las especies poseen un genoma diploide (2n=24), variando desde **autopoliploides**, **autotetraploides** y facultativos y

autopoliploides, hasta **autotetraploides**. Las especies de tomate silvestre, en especial los **autotetraploides**, como *S. chilense* y *S. peruvianum*, poseen una alta variabilidad genética en sus poblaciones. Desde el punto de vista genético, las especies silvestres constituyen un reservorio de riqueza

Sequía
Temperaturas extremas

Salinidad

Virus

Bacterias
Hongos



¿Porque es importante el tomate silvestre?

Las especies silvestres de tomate poseen una alta variabilidad genética la que les confiere de alta plasticidad. Las especies silvestres poseen características altamente deseables para su reintroducción en la agricultura: resistencia a enfermedades, tolerancia a estrés abiótico, un contenido de vitaminas, enzimas, proteínas y polifenoles en sus frutos. Algunas de estas características han sido descritas en diferentes especies silvestres de tomate entre las que se cuentan *S. peruvianum*, *S. chilense*, *S. pimpinellifolium*, *S. pennellii* y *S. chacoense*, entre otros. Por su distribución geográfica, las especies silvestres de tomate poseen un alto potencial en relación al cambio climático. Ejemplo de esto son *Solanum* *chilense* (tolerancia al estrés hídrico), *S. peruvianum* (tolerancia a temperaturas extremas y patógenos), otras especies como *S.*

pimpinellifolium, *S. pennellii*, *S. chacoense* y *S. chilense* que también son utilizadas como base genética para la obtención de variedades cultivadas de tomate y presentan rasgos importantes como resistencia a numerosos hongos, virus, insectos, al igual que tolerancia a sequía, salinidad y heladas.

El proyecto SOL (Desarrollo y validación de recursos genéticos de *Lycopersicon* spp. para su utilización en mejoramiento genético de *Solanum* fructuoso a estrés hídrico y abiótico) tiene por finalidad fundar las bases para el desarrollo de una plataforma de tecnologías, promover la utilización de recursos genéticos y generar productos en especies de la familia *Solanaceae*, y en especial del tomate, que permitan contrarrestar los efectos del cambio climático en la agricultura y economía de los países latinoamericanos.

Programa Primer workshop Chillan.



Isaac Maldonado Ibarra, Director Regional de INIA Quilamapu, tiene el agrado de invitar a usted al Taller Internacional “Usos del Tomate Silvestre en el Mejoramiento Genético de Especies Cultivadas Frente al Cambio Climático”, actividad que se realizará el jueves 12 de mayo, entre 9.00 y 14.00 horas, en el auditorium de INIA Quilamapu, ubicado en Avenida Vicente Méndez 515 en Chillán.

Este taller, inédito en Chile, congregará a los principales investigadores del sector y sentará las bases para la formación de un grupo de científicos involucrados en el mejoramiento genético del tomate.

Maldonado Ibarra espera contar con vuestra significativa presencia en este evento que organiza el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Quilamapu, con el financiamiento del Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria, Fontagro.

Chillán, abril de 2011.

S.R.C. cupos limitados.



PROGRAMA

- 9:00 - 9:30 Inscripción
- 9:30 - 9:45 Bienvenida a cargo de Director Regional Isaac Maldonado.
- 9:45 - 10:15 Charla “Proyecto tomate silvestre Bolivia (Avances del primer año)”.
Mario Crespo investigador PROINPA, Bolivia.
- 10:15-10:45 Charla “Conservación y valoración de los recursos genéticos en el INIA Perú”, Llerme Ríos Lobo, investigadora Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA, Perú.
- 10:45-11:15 Charla "Nuestros tomates silvestres: ¿cuáles son y dónde buscarlos?". Nora Castañeda, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Colombia.

11:15-11:45 Café.

11:45-12:15 Charla “La dinámica del genoma de *Solanum chilense*, una de las claves para enfrentar un mundo cambiante. Simón Ruiz, investigador

Universidad de Talca, Chile.

12:15-12:45 Charla “El tomate silvestre en climas extremos: desafíos para su utilización en el mejoramiento de Solanaceas”. Gerardo Tapia, investigador INIA Quilamapu, Chile.

12:45-13:15 Charla “La secuencia del genoma del tomate “*Solanum lycopersicum*” y

su utilización para identificar genes de respuesta y adaptación a estreses en especies relacionadas”. Antonio Granell, investigador IBMCP (CSIC-UPV) Valencia, España.

13:15-13:45 Mesa Redonda

14:00 Fin del taller.

Poster primera Reunión Chillan.

TALLER INTERNACIONAL

El tomate silvestre en el mejoramiento genético de especies cultivadas frente al cambio climático

12 de MAYO de 2011
INIA Quilamapu

EXPOSITORES

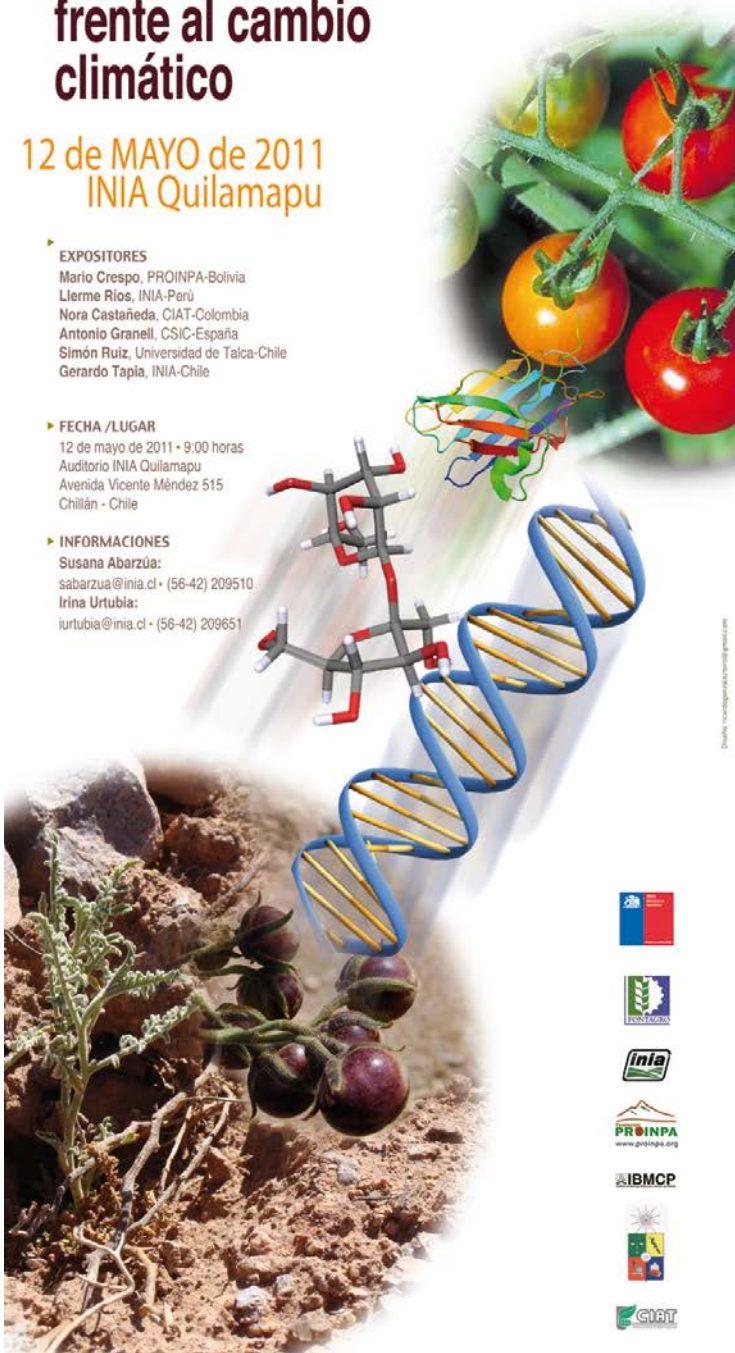
Mario Crespo, PROINPA-Bolivia
Llerme Ríos, INIA-Perú
Nora Castañeda, CIAT-Colombia
Antonio Granell, CSIC-España
Simón Ruiz, Universidad de Talca-Chile
Gerardo Tapia, INIA-Chile

FECHA / LUGAR

12 de mayo de 2011 - 9:00 horas
Auditorio INIA Quilamapu
Avenida Vicente Méndez 515
Chillán - Chile

INFORMACIONES

Susana Abarzúa:
sabarzua@inia.cl • (56-42) 209510
Irina Urtubia:
iurtubia@inia.cl • (56-42) 209651



Programa Tercer Workshop Valencia, España.



MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN



WORKSHOP:

“Variabilidad genética para la mejora del tomate”

21 de Marzo 2013

Instituto de Biología Molecular y Celular de Plantas (CSIC-UPV)

Salon de Actos, Escalera 8E

Universidad Politécnica de Valencia

El objetivo de este Workshop es poner en contacto los miembros del proyecto Fontagro (título aquí) con representantes de la comunidad científica española que utiliza y caracteriza fuentes de variabilidad en tomate en sus investigaciones.

Valencia, 19 de Diciembre del 2012

PROGRAMA

- 9:00 - 9:30 Recepción de los participantes
- 9:30 - 9:40 Bienvenida a cargo de. Director del IBMCP.
- 9:45 - 10:15 Charla “ Estudio de los caracteres implicados en tolerancia a estrés abiótico en tomates silvestres ”.
Gerardo Tapia investigador INIA Quilamapu, Chile
- 10:15-10:45 Charla "Especies silvestres relacionadas con el tomate: ¿cuáles son y dónde buscarlas?". Nora Castañeda, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Colombia.
- 11:15-11:45 Café.
- 11:45-12:15 Charla “Exploring variability against tomato pests” Rafael Fernandez Muñoz, ISHM Málaga (Spain) TBC
- 12:15-12:45 Charla “Germoplasm bank at the COMAV”. Maria Jose Diez. COMAV. UPV. Valencia. TBC
- 12:45-13:15 Charla “Harnessing genetic variability with IL libraries”. Toni Monforte. IBMCP. Valencia. Spain. TBC
- 13:15-13:45 Mesa Redonda
- 14:00 Fin del taller.

Programa Curso Antonio Monforte



CURSO TEÓRICO PRACTICO “Análisis de Variabilidad Genética y aplicación de los estudios genéticos en tomate”

Profesor:

Dr. Antonio Monforte

Duración:

31 de Marzo al 4 de Abril.

Es requisito para los participantes del curso contar con un PC durante las clases prácticas. Los software se encuentran disponibles para la descarga en la siguiente dirección. https://www.dropbox.com/sh/f8vp30jhaod76ny/TtEi5TTyT_h

PROGRAMA DEL CURSO

Lunes 31 Marzo

9.00 Presentación e introducción al curso.

MÓDULO 1. ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD GENÉTICA

9.30 10.30. Conceptos básicos de estadística utilizados en análisis genético.

10.30-11.30 Recursos genéticos y bancos de germoplasma

11.30- 13.00 Marcadores moleculares para el análisis poblacional genético poblacional.

Martes 1 Abril

9.00-10.00. Introducción a la Genética de Poblaciones

10-11.30. Análisis Multivariante I: Métodos de Ordenación y Clasificación

12.00-13.30 Análisis Multivariante II. Análisis de componentes principales y

STRUCTURE

15.00-17.00 Práctica Computador. Análisis de variabilidad genética con PowerMarker y MEGA a partir de SNPs.

MODULO 2. ANÁLISIS GENÉTICO DE CARACTERES COMPLEJOS

Miércoles 2 de Abril

9.00- 10.00. Ligamiento genético y construcción de mapas

10.00-11.00. Aplicaciones de mapas genéticos

11.30- 12.30 Introducción a la Genética Cuantitativa.

12.30-13.30 Conceptos básicos para el análisis de QTLs

15.00-17.00 Práctica Computador. Confección de mapas genéticos con MAPMAKER 3.0 y MAPchart.

Jueves 3 de Abril

9.00- 10.00 Métodos de análisis de QTLs

10.00- 11.00. Mejora asistida por marcadores

11.00- 12.00 Respuestas obtenidas con el análisis de QTLs

12.00-13.00. Genética de asociación

15.00-17.00. Práctica computador. Análisis de QTLs con winQTLcartographer

Viernes 4 de abril

9.00-10.00. Utilización de especies silvestres en mejora: Retrocruces avanzados

10.00-11.30. Genotecas de líneas de introgression para el análisis de QTLs Genomic libraries of introgression lines for QTL analysis

12.00-13.30 Clonación de QTLs e introducción a la Genética Genómica.